Mitteilungen und Arbeiten aus dem Institut
für allgemeine und angewandte Geologie
Mineralogie der Universität München
Neue Folge (seit 1953) Nr. 31

Geologische Untersuchungen in der ungefalteten Molasse im Bereich des unteren Inn

(Positionsblätter Simbach a. Inn 653 und Julbach 652 / Ostteil)

Von Markus Mayr

Mit Tafel 11—13 und 15 Abbildungen

München 1957

Beih. Geol. Jb.	26	S. 309—370, 3 Taf., 15 Abb.	Hannover / Mai 1957

GEOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

in der

UNGEFALTETEN MOLASSE IM BEREICH DES UNTEREN INN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von

Markus Mayr

aus Steingaden

Mai 1957

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

1. Berichterstatter: Prof. Dr. F. Neumaier

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Ing. A. Maucher

Tag der mündlichen Prüfung: 10. Juli 1957

Geologische Untersuchungen in der ungefalteten Molasse im Bereich des unteren Inn

(Positionsblätter Simbach a. Inn 653 und Julbach 652 / Ostteil)

Von Markus Mayr *)

Mit Tafel 11—13 und 15 Abbildungen

Inhalt

Inhaltsübersicht 310
Summary 310
I. Vorwort 311
II. Einleitung und Fragestellung 311
III. Die Tertiär-Schichtfolge im Gebiet des Positionsblattes Simbach a. Inn 653 und in angrenzenden Bereichen 314
A. Die Obere Meeresmolasse 315
B. Die Süßbrackwassermolasse 319
1. Die Mehlsande 319
2. Der Schillhorizont 324
3. Die Glimmersande 327
4. Der Aussüßungshorizont 332
5. Die Schillsande 335
6. Die Limnischen Süßwasserschichten 337
C. Die Obere Süßwassermolasse 342
1. Der Quarzrestschotter 342
2. Der Südliche Vollschotter 345
3. Die Hangendserie 346
IV. Lage der Schichten im Raum und tektonische Endformen 347
V. Die posthelvetische Tektonik im Raum zwischen Vilstal und unterer Salzach 353
A. Formen der Kleintektonik 353
B. Tektonische Linien zwischen Rott und Inn 354
C. Die Rottschwelle 356
VI. Palaeogeographie und Tektonik 359
A. Helvet 359
B. Torton 359

*) Anschrift des Autors: Markus Mayr, Institut f. allgemeine u. angewandte Geologie u. Mineralogie d. Univers. München, München 2, Luisenstr. 37.

C. Sarmat 361
D. Oberes Sarmat 361
E. Wende Miozän — Pliozän 364
F. Pliozän 366
VII. Zusammenfassung 367
Schrifttum 369

Inhaltsübersicht

Im südöstlichen Niederbayern wurden das Positionsblatt Simbach a. Inn und angrenzende Teile der umliegenden Positionsblätter kartiert.

Neben pleistozänen und holozänen Bildungen erfaßt die Kartierung jüngste Schichten der Oberen Meeresmolasse, die Süßbrackwassermolasse und Schichtglieder der Oberen Süßwassermolasse. Das Tertiärprofil reicht vom mittleren Helvet bis zum tiefsten Pont.

Tektonische Bewegungen nachhelvetischen Alters sind einwandfrei festzustellen; sie führen entgegen älteren Anschauungen nicht zu Verbiegungen oder sogar zu Verfaltungen der Schichten, sondern zu Bruchbildung und Aufteilung des Gebietes in Kleinschollen. Aufschlüsse mit Anzeichen lokaler Zerrungstektonik sind nicht nur im engeren Kartierungsgebiet, sondern auch im ganzen Raum zwischen Inn und Vils mehrfach anzutreffen. Für die Entstehung der Zerrungsformen können pseudotektonische Ursachen größtenteils ausgeschlossen werden.

Die in der Kleintektonik auftretenden Richtungen stimmen im wesentlichen mit den Streichrichtungen größerer Strukturelemente überein. Zerrungsformen treten im bearbeiteten Gebiet nicht nur in der Kleintektonik auf, sondern sind nach neueren Arbeiten auch aus der Großtektonik bekanntgeworden. Damit kann zumindest das Gebiet zwischen Inn und Vils als ein Raum reiner tektonischer Zerrung gelten, soweit man sich auf die hier erfaßten, posthelvetischen Bewegungen bezieht. Diese jungen Bewegungen verteilen sich auf jüngstes Miozän und auf Pliozän.

Summary

In SE Lower Bavaria, Sheet Simbach (Inn) Nr. 653 and the adjoining parts of the surrounding sheets have been mapped geologically.

The following outcropping deposits have been mapped:

d. holocene and pleistocene beds
c. Upper Freshwater-Molasse
b. Freshwater- and Brackish-Molasse
a. younger horizons of the Upper Marine Molasse

The column of the tertiar beds ranges from the middle Helvetian to the lowermost Pontian.

There is evidence of tectonical deformations of posthelvetian age. Hereby, contrary to former assumptions, neither warping nor folding occured but faulting dissected the entire region into small blocks. Not only in the surveyed area but all over the region between Inn and Vils Rivers, exposures showing local drag-movements were met frequently. For the greater part, true tectonic deformation is the cause of those drag-movements.

Microtectonic directions are, to an integral part, in accordance with strike directions of larger structural elements. Drag-forms occur in the region of interest not only in the microtectonics but according to later recognitions also in the macrotectonics. Hereby, at least, the region between Inn and Vils Rivers may be interpreted as one of pure tectonical drag-movements so far as the post-helvetian movements herein treated are concerned. These young movements range within the youngest Miocene and Pliocene.

I. Vorwort

Die Anregungen zum Thema verdanke ich Herrn Prof. Dr. F. Neumaier. Ihm gebührt in erster Linie mein Dank für sein Interesse, das er meiner Arbeit entgegenbrachte, und für die zahlreichen Hinweise, die er mir zukommen ließ. Ebenso bin ich Herrn Prof. Dr.-Ing. A. Maucher zu Dank verpflichtet. Aufrichtig danke ich den Herren Chefgeologen Dr. A. Roll (Gewerkschaft Elwerath, Erdölwerke Hannover) und Dr. W. Kehrer (Wintershall AG, Erdölwerke Nienhagen) für die großzügige Bereitstellung der nötigen Geldmittel. Schließlich fühle ich mich all denen verbunden, die mit Hinweis und Kritik an der Arbeit Anteil haben.

II. Einleitung und Fragestellung

Das kartierte Gebiet (in Abb. 1 schraffiert) liegt im südöstlichen Niederbayern, dort wo der untere Inn zwischen Simbach und Ering die Landesgrenze gegen Oberösterreich

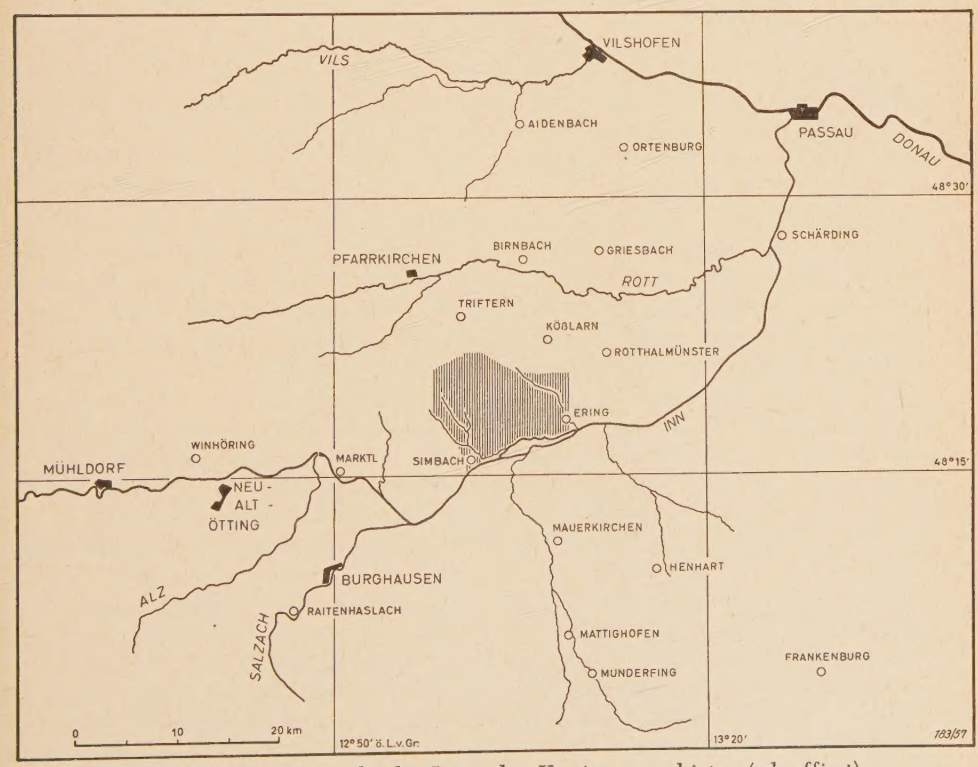


Abb. 1. Die geographische Lage des Kartierungsgebietes (schraffiert).

bildet. Es umfaßt das Positionsblatt Simbach a. Inn 653 und angrenzende Teile der Positionsblätter Julbach 652, Ering 654, Triftern 624 und Kößlarn 625. Vergleichende Studien führten mich in das größere Gebiet zwischen Inn und Vils, nach Oberösterreich (Kobernaußer Wald und Hausruck), an die untere Salzach, die untere Alz und an den Inntalrand zwischen Marktl und Winhöring.

Das Positionsblatt Simbach a. Inn 653 wurde in gröberen Umrissen bereits von B. Meyer (1952) kartiert. Die dabei herausgearbeitete paläogeographische Auffassung mußte manche Fragen offenlassen. Der Bearbeiter stützte sich auf das schon seit Wurm (1937) bekannte Profilschema:

5. Sand-, Mergel- und Kleinschotterformation
4. Quarzrestschotter
3. Süßwassersande und -mergel
2. Oncophoraschichten
1. Obere Meeresmolasse

Innerhalb dieser Folge leiten die Oncophoraschichten von den marinen Bildungen der Oberen Meeresmolasse (OMM) zu limnischen Ablagerungen über. Zahlreiche ältere Arbeiten (z. B. Wurm, 1937; Kraus, 1938) weisen auf mannigfache Faziesunterschiede innerhalb der Oncophoraschichten hin. Erste Gliederungsversuche (Neumaier & Wieseneder, 1939; Zöbelein, 1940) wurden durch Wittmann (1955) fortgesetzt, der die Oncophoraschichten in drei Einheiten aufteilen konnte:

c) Schillsande
b) Glimmersande
a) Mehlsande

Obwohl es sich bei diesen Einheiten um Ablagerungen eines äußerst seichten Wassers handelt, konnte Wittmann (1955) doch nachweisen, daß dieser Gliederung flächenhafte Bedeutung zukommt. Er faßt die oben genannten drei Einheiten mit den darüberliegenden limnischen Bildungen unter der Bezeichnung Süßbrackwassermolasse (SBM) zusammen.

Die hier zu besprechende Kartierung erfaßt das am weitesten im Süden gelegene Gebiet, in dem die SBM noch in lückenlosem Vertikalprofil über Tage ansteht. Aufbauend auf die Gliederung von Wittmann (1955) erschien deshalb eine speziellere Überarbeitung des Bereiches um Simbach a. Inn wünschenswert. Eine Beschreibung der sich im Vertikalprofil nach unten hin anschließenden Sedimente der OMM sollte die Lagerungsbeziehungen zwischen OMM und SBM in diesem Bereich klären.

Über die SBM legen sich diskordant die Schotter der Oberen Süßwassermolasse (OSM). Aus zahlreichen älteren Arbeiten, die in den entsprechenden Abschnitten zitiert werden sollen, ist bekannt geworden, daß die Diskordanzfläche an der Basis der OSM Schichten unterschiedlichen Alters anschneidet. Sie greift durch die obersten, limnischen Teile der SBM (Limnische Süßwasserschichten = Einheit 4 der SBM) bis auf die Schillsande (oberste Teile der Oncophoraschichten = Einheit 3 der SBM) herab.

Die über der Diskordanzfläche einsetzenden Schotter sind sowohl in ihrer Ausbildung als auch in ihrem Alter nicht einheitlich, wenn man im Überblick das ganze Gebiet zwischen dem Vilstal und dem Inntal bei Neuötting betrachtet.

Im Gebiet nördlich der Rott (s. Übersichtskarte Abb. 1) lagern sich in ein Relief innerhalb der höheren Abteilungen der Limnischen Süßwasserschichten (Einheit 4 der SBM) rinnenartig die ersten Süßwasserschotter ein. Diese Vorläufer der später folgenden Grobschotterschüttung liegen also räumlich gesehen neben und über limni-

schen Bildungen. Die Schotterschüttung ist noch mehr oder weniger linienhaft. Über limnische Bildungen und älteste Süßwasserkiese legen sich diskordant und in flächenhafter Verbreitung Grobschotter. Weil sie über weite Bereiche hinweg stark bis völlig kaolinisiert und entkalkt sind, wurden sie von E. Kraus (1915 und 1938) als Quarzrestschotter bezeichnet. Zwischen Rottal und Vilstal läßt sich innerhalb des Quarzrestschotters eine allmähliche Abnahme des Kaolinisierungsgrades nach Nordwesten feststellen (Stiefel, 1953). Der Restschotter geht hier infolge geringerer Verwitterung in einen gleichaltrigen Vollschotter über, dem schon Wurm (1937) die Lokalbezeichnung Nördlicher Vollschotter gab. Blissenbach (1953) gebrauchte hierfür die Bezeichnung Landshuter Schotter.

Wurm (1937) beschreibt vollkaolinisierten Quarzrestschotter u. a. auch aus dem engeren Gebiet nördlich Simbach a. Inn, wo Limnische Süßwasserschichten dessen Unterlage bilden. An den Inntalabhängen westlich Simbach a. Inn fand Wurm (1937), diskordant den Oncophoraschichten aufliegend, einen Vollschotter vor, der keinerlei Beziehungen zum Quarzrestschotter aufweist. Dieser Vollschotter läßt sich den Inn entlang bis knapp östlich Winhöring verfolgen. Blissenbach (1953) bezeichnet ihn als Peracher Schotter, Wurm (1937) als Südlichen Vollschotter. Blissenbach (1953) und Grimm (1953) kommen zu dem Schluß, daß dieser Schotter jünger sei als der Quarzrestschotter. Grimm (1953) stellt fest, daß der Südliche Vollschotter nach oben hin allmählich in die feinerkörnige Fazies der Hangendserie übergeht. Diese schließt die Schüttung des Südlichen Vollschotters ab. Sie überdeckt nicht nur diesen Schotter selbst, sondern auch das weite Areal des Quarzrestschotters. Nachdem nun Quarzrestschotter und Südlicher Vollschotter nebeneinanderliegen, beide aber von der Hangendfazies des Südlichen Vollschotters überdeckt werden, muß eine seitliche Anlagerung des Vollschotters an die ältere Schichtfolge angenommen werden. Grimm (1953) bezeichnet den Ablagerungsraum des Südlichen Vollschotters als Peracher Rinne. Blissenbach (1953) gebrauchte dieselbe Bezeichnung schon früher für eine bis jetzt noch nicht exakt belegte Eintiefung des Landshuter Schotters im selben Bereich.

Eine Aufgabe vorliegender Arbeit sollte es sein, den östlichen Rand dieser Rinne und damit den Ostrand der Verbreitung des Südlichen Vollschotters in der geologischen Karte zu erfassen. Die seitliche Anlagerung des Südlichen Vollschotters an die ältere Schichtfolge kann in der Kartierung am deutlichsten vor Augen geführt werden.

Schon die Frage, warum es zur Ausräumung und Wiederauffüllung der Peracher Rinne kam, führt zu Überlegungen tektonischer Art. E. Kraus (1938) hat versucht, eine Vorstellung von Art und Ausmaß der jüngeren tektonischen Bewegungen zu vermitteln, denen die über Tage anstehenden Sedimente unterworfen waren. Durch großzügige Zusammenfassung einzelner Aufschlußbefunde entwickelte Kraus ein tektonisches Bild, das heute revisionsbedürftig erscheint. Mit Hilfe der uns jetzt bekannten Feinstratigraphie will meine Arbeit versuchen, über die möglichst genaue Erfassung der tektonischen Endformen zu einer begründeten Vorstellung vom tektonischen Bauplan zu kommen.

In dieser Richtung sind von vorneherein gewisse Schwierigkeiten aufzuzeigen: statistisch-tektonische Arbeiten, wie sie sich etwa in alpinen Bereichen bewähren, scheitern in unserem Gebiet. Die Gründe liegen einmal in einer für tektonische Fragestellungen entscheidenden Aufschlußarmut, andererseits aber auch im Sediment selbst. Allein die Tatsache, daß im Aufschluß meist nicht zu entscheiden ist, ob ein Einfallen der Schichtung das Einfallen der ganzen Gesteinsbank im entsprechenden Teilbereich wiedergibt, läßt einer systematischen Schichtungsmessung tektonischer Zielsetzung wenig Aussicht auf Erfolg. Hinzu kommt, daß die Einfallswerte meist sehr gering sind. Aufschlüsse, die rein zufällig Störungen anschneiden, sind natur-

gemäß selten. Selbst wenn solche angetroffen werden, lassen sich in unseren Lockersedimenten pseudotektonische Ursachen für die im Aufschluß erkennbare „Tektonik" nicht immer mit Sicherheit ausschließen. Damit ist auch einer systematischen Kluftmessung entscheidender Wert genommen. Unsere Hilfsmittel zur Lösung tektonischer Fragen sind demnach allein:

1. die Erfassung der räumlichen Lage einzelner Leithorizonte,
2. die Aufsuchung von Einzelformen wirklich tektonischer Natur, die über die Mechanik der Bewegungen Auskunft geben können, und
3. in der Hauptsache die Palaeogeographie.

Wie weit auch hier Einschränkungen zu machen sind, soll im Text erläutert werden.

III. Die Tertiär-Schichtfolge im Gebiet des Positionsblattes Simbach a. Inn 653 und in angrenzenden Bereichen

Die in der Einleitung erläuterte Schichtfolge gestaltet sich für das besprochene Gebiet wie folgt:

Hangendserie		OBERE SÜSSWASSER-MOLASSE
Südlicher Vollschotter	Quarzrestschotter	
Limnische Süßwasserschichten		SÜSSBRACK-WASSER-MOLASSE
Schillsande		
Glimmersande		
Mehlsande		
OBERE MEERESMOLASSE		

Seine letzte Form erhielt dieses Schema durch die Arbeiten von Grimm (1953) und Wittmann (1955). Beide Bearbeiter haben so eingehende Beschreibungen einzelner Schichtglieder gebracht, daß ich an dieser Stelle nur Ergänzendes näher auszuführen brauche. Zwei von Wittmann (1955) ausgeschiedene Leithorizonte innerhalb der SBM sollen in eigenen Abschnitten beschrieben werden. Der Leithorizont 1 (Schillhorizont) markiert die Grenzfläche der Mehlsande gegen die Glimmersande. Der Leithorizont 2 (Aussüßungshorizont) ist in die obersten Partien der Glimmersande eingelagert oder schließt diese nach oben hin ab.

Um eine anschauliche zeichnerische Darstellung der anstehenden Sedimente zu vermitteln, ist in Tafel 13 ein fünffach überhöhter geologischer Schnitt beigegeben. Das Profil setzt ein an der Innterrasse bei Waltersdorf, 850 m NE Erlach (s. Geol. Karte, Tafel 11) und streicht nach NW. Die Schnittserie auf Tafel 12 erfaßt zusätzlich die randlichen Bildungen des Südlichen Vollschotters, die NW Simbach a. Inn anstehen.

A. Die Obere Meeresmolasse

Jüngste Schichtglieder der Oberen Meeresmolasse sind im Arbeitsgebiet mit einer Gesamtmächtigkeit von etwa 40 m aufgeschlossen. Zahlreiche Anschnitte am Inntalrand und in den seitlichen Bachtälchen lassen als Extreme zwei Faziesausbildungen erkennen: die Blättermergel und die Glaukonitsande. Die beiden Fazies sind nicht voneinander zu trennen; Übergangsbildungen verbinden sie, etwa vergleichbar einer Mischungsreihe.

In ihrer feinstkörnigen Ausbildung zeigen sich die Blättermergel in einem Aufschluß SW Jetzing (r. ^{45} 82840, h. ^{53} 51840) 365 m NN. In tektonisch gestörter Lagerung finden sich an der etwa 8 m hohen Aufschlußwand fahl gelbgraue, sehr feste Sandmergel, die beim Anschlagen blätterig abbrechen. Die einzelnen Sand-Mergelblättchen haben Stärken zwischen 0,1 und 1 cm und zeigen einfache, horizontale Absatzschichtung. Das blätterige Gefüge entsteht durch schichtige Einlagerung feinster Glaukonit-Feinsandlagen bis Millimeterstärke im Sinne eines Rhythmites. Häufig sind die scharf ausgeprägten Schichtfugen zwischen den einzelnen Folien der Sandmergel nur durch einen Hellglimmer-Besteg mit eingestreuten Quarz- und Glaukonitkörnchen gekennzeichnet. Solche Glimmerplättchen erreichen Durchmesser bis zu 1 mm. Nicht selten durchsetzen kirschgroße, glaukonitische Feinsandnester mehrere Mergelblättchen, wobei sie auch röhrenartige Form annehmen können. Ob es sich in letzterem Falle um Lebensspuren handelt, kann hier nicht entschieden werden. Mit Ausnahme einiger winziger Schalenbruchstücke konnte ich keine Megafossilien finden.

Weiteren Einblick in die Blättermergelfazies geben die Aufschlüsse bei Erlach (r. ^{45} 79970, h. ^{53} 50130), Mühlau (r. ^{45} 79970, h. ^{53} 50130), N Prienbach (r. ^{45} 79730, h. ^{53} 51560), Pettenau (r. ^{45} 81900, h. ^{53} 51740), die Basis des Aufschlusses bei Dötling (r. ^{45} 79180, h. ^{53} 50660) und ein Anriß bei Dötling (r. ^{45} 79320, h. ^{53} 50780).

Diese an Hand eines Aufschlusses geschilderte und in weiteren Aufschlüssen belegte Ausbildung stellt nicht die Regel dar. Meist ist der Anteil der glaukonitischen Feinsandfraktionen am Gesamtsediment größer, als es in den oben geschilderten Teilbereichen der Fall ist. So findet sich an einem Prallhang des Simbaches bei Ober-Simbach (r. ^{45} 75760, h. ^{53} 75760) folgendes Bild: Unter den Grobschottern der Bachterrasse schließt die steile Aufschlußwand über eine Höhe von etwa 8 m intensiv blaugrau bis grüngrau gefärbte Glaukonitsande und Sandmergel der Oberen Meeresmolasse auf. Dezimeterdicke Lagen grüngrauer glaukonitischer Feinsande wechseln rhythmisch mit blaugrauen, staubsandigen bis speckigen Mergeln, deren Mächtigkeit sich ebenfalls im Dezimeterbereich bewegt. Diese Wechselfolge bewirkt eine simsartige Herauswaschung der Mergellagen an der Aufschlußwand. In den Feinsandlagen ist kaum Schichtung zu erkennen. Die Sandmergellagen zeigen einfache Absatzschichtung, die nicht selten in Rippelschichtung im Zentimeterbereich übergeht. Der Gehalt an groß- und kleinschuppigen Glimmern in den Feinsandlagen und in den Sandmergelbändern ist mäßig. Die traubigen Glaukonitkörner erreichen Größen, wie sie auch die gröbsten Körner der Feinsande besitzen. An Fossilien finden sich zahlreiche gebleichte Bruchstücke dünnschaliger Lamellibranchiaten und Gastropoden.

Wir haben also im Extremfall der typischen Blättermergel (Jetzing etc.) eine rhythmische Korngrößentrennung im Millimeterbereich, wobei der Staubsandanteil im Gesamtsediment weit überwiegt. Im eben geschilderten Fall läßt sich die gleiche rhythmische Wechselfolge feststellen, nur erfolgt hier der Wechsel im Dezimeterbereich. Gleichzeitig wächst der Feinsandanteil so weit an, daß ein roher Überschlag etwa ein Verhältnis Feinsand : Mergel wie 1 : 1 ergibt. Eine weitere Verschiebung dieses Ver-

hältnisses zugunsten der Feinsandfraktionen bringt eine Veränderung der Schichtung mit sich. Die verstärkte Strömung führt zur Ausbildung einer feinstruierten Rippelschichtung, wobei auch hier der Grundsatz einer rhythmischen Korngrößentrennung gewahrt bleibt.

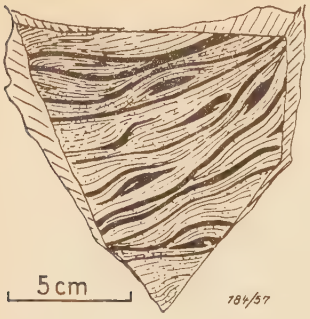


Abb. 2. Detailgefüge aus mergeligen Glaukonitsanden der Oberen Meeresmolasse (schwarz: Mergel- und Tonflasern, gestrichelt und gepunktet: glaukonitische Feinsande).

Abb. 2 zeigt ein solches Detailgefüge aus feinsandreichen Partien, die bei Waltersdorf (r. 45 78040, h. 53 49320) das unmittelbare Liegende der brackischen Mehlsande bilden (Aufschlußbasis). Die in der Abbildung schwarz herausgehobenen Streifen und Flasern stellen olivgraue Blättchen und Linsen staubsandiger, zum Teil speckiger Mergel dar. Mit Punkt-Strich-Signatur sind olivfarbene glaukonitische Feinsande dargestellt. Glimmer finden sich in den Feinsanden spärlich in kleinen Schüppchen. Megafossilien treten selten in Form winziger, gebleichter Schalenbruchstücke auf. Die Feinsande haben hier bereits ein beträchtliches Übergewicht gegenüber den Staubsandfraktionen. Besonders deutlich läßt sich diese Entwicklung an einem Prallhang südlich Schwarzmühl (r. 45 79820, h 53 51830) einsehen, daneben aber auch in Aufschlüssen W Weingarten (r. 45 79790, h. 53 51130 und r. 45 79450, h. 53 51050).

Bei weitgehendem Zurücktreten des Mergelanteils entsteht schließlich als anderer Extremfall die typische Glaukonitsandfazies, die z. B. ein Hohlweg bei St. Anna (r. 45 85310, h. 53 53160) anschneidet (vgl. Abb. 3). Die olivfarbenen, glaukonitsandreichen Feinsande werden durch 0,5 bis 2 cm dicke Mergellagen in einzelne Bänke von 10 bis 150 cm Mächtigkeit aufgeteilt. Die Feinsande sind meist horizontal, seltener flach schräggeschichtet (Einfallswinkel bis etwa 15°). Die Glimmerführung ist mäßig und umfaßt Hellglimmer bis 1 mm Durchmesser. Die horizontal eingeschobenen Mergelbänkchen zeigen feinste horizontale Absatzschichtung und z. T. feine Rippelschichtung (symmetrische und asymmetrische Rippeln, Rippelhöhe bis 0,5 cm, Länge bis 2 cm). Mehrfach finden sich, eingeregelt in die Schichtung, teilweise perlschnurartig aneinandergereihte plattige Mergelgeröllchen (bis 4 cm Durchmesser), die mit Sicherheit den Mergelbänken entstammen.

R. Richter (1922, S. 137—141) beschreibt, wie die Bildung solcher Schlickgerölle im Wattenmeer vor sich geht. Die in Sand eingeschalteten Schlicklagen zerfallen durch Unterspülung leicht in einzelne Brocken, die in kürzester Zeit abgerollt werden. Er kann annehmen, daß diese Geröllbildung im Wattenbereich auch auf ständig untergetauchtem Meeresboden stattfindet.

Da die eben beschriebenen Sedimente sehr flach-marine Bildungen darstellen, möchte ich diese Erklärung auch hier gelten lassen. Wesentlich erscheint mir dieser Befund im Hinblick auf die in der Literatur immer wieder erscheinende Vorstellung, daß bei einer Häufung solcher Aufarbeitungserscheinungen auf eine in nächster Nähe liegende Diskordanz zu schließen sei (E. Kraus, 1938, S. 19/20 und Fig. 7). Sicher trifft dies häufig zu. Im einzelnen Aufschluß kann aber nicht immer entschieden werden, ob es sich bei den Mergelgeröllchen um Material aus dem Liegenden oder aus dem gleichzeitigen Sediment handelt. Eine allmähliche Zunahme der Korngröße, d. h. eine allmähliche Verstärkung der Schüttungsintensität, prägt sich im kleinen Bereich durch rhythmische Korngrößentrennung aus. Dem gröberen Sediment sind in abnehmendem Maße feinkörnige Zwischenlagen eingeschaltet. Die in der Kornvergröberung schon angezeigte Verstärkung der Strömungsbewegungen kann durchaus die bei

kurzfristiger Ruhe im Sedimentationsraum gebildeten Mergelbänkchen zertrümmern. So zeigen die Schlickgerölle wohl den Habitus des tiefer gelegenen Feinstkornsedimentes, eine echte Diskordanz ist aber keineswegs gegeben. Diese Möglichkeit scheint mir vor allem naheliegend, wenn die plattigen Mergelröllchen, wie in KRAUS (1938, Fig. 7), „schichtig" in eine horizontale Schichtfläche eingeregelt sind. Eine endgültige Klärung der Situation kann bei dem eben gestellten Problem letztlich in den meisten Fällen nur von palaeontologischer Seite kommen.

An Fossilien konnte ich im Aufschluß St. Anna zwei Schalenhälften von *Leda* sowie drei schlechterhaltene Lamellibranchiaten, wahrscheinlich aus der Familie der Cyrenidae, bergen. Die Schalen zeigen ganz allgemein eine kräftige Bleichung.

Weiteren Einblick in die Fazies der Glaukonitsande gestattet etwas östlich des Kartierungsgebietes ein Hohlweg bei Ernegg (r. ^{45} 80390, h. ^{53} 53150), der glaukonitische Feinsande in gleicher Lage im Gesamtprofil und in gleicher Ausbildung anschneidet. Die aufgeschlossene Mächtigkeit beträgt hier etwa 8 m. Im Kartierungsgebiet selbst entblößt ein kleiner Hangrutsch bei Roßbach (r. ^{45} 80390, h. ^{53} 51350) Glaukonitsande von etwa 3 m aufgeschlossener Mächtigkeit. Winzige Schalenbruchstücke von Lamellibranchiaten sind hier häufig. Nach ihrer Lage im Gesamtprofil schieben sich die Sande hier in wohl nur geringer Mächtigkeit zwischen die mehr mergeligen marinen Bildungen und die brackischen Mehlsande. Eine ähnliche Situation zeigt der Aufschluß Dötling (r. ^{45} 79180, h. ^{53} 50660). Hier legt sich zwischen die marinen Blättermergel der typischen Ausbildung und die brackischen Mehlsande ein 2 m mächtiges Paket glaukonitischer Feinsande, die mit fließendem Übergang aus dem Liegenden hervorgehen.

Wie schon die Verstreuung der einzelnen Typ-Aufschlüsse über das ganze Gebiet hinweg zeigt, ist keine Gesetzmäßigkeit in der räumlichen Verteilung der einzelnen Fazies in der Art von Faziesbezirken zu erkennen. Die zahlreichen Übergangsbildungen weisen darauf hin, daß durch allmähliche Verschiebung des mengenmäßigen Anteils von Sandmergeln und Feinsanden am Gesamtsediment die eine Fazies aus der anderen hervorgeht. Da dieser Vorgang reversibel ist, entsteht eine innige Verzahnung der einzelnen Sedimenttypen, sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung. Ein solcher Übergang sei in Abb. 3 in etwas schematisierter Form dargestellt: es handelt sich um den schon teilweise beschriebenen Aufschluß von St. Anna (r. ^{45} 85310, h. ^{53} 53160), auf den auch später noch eingegangen werden soll.

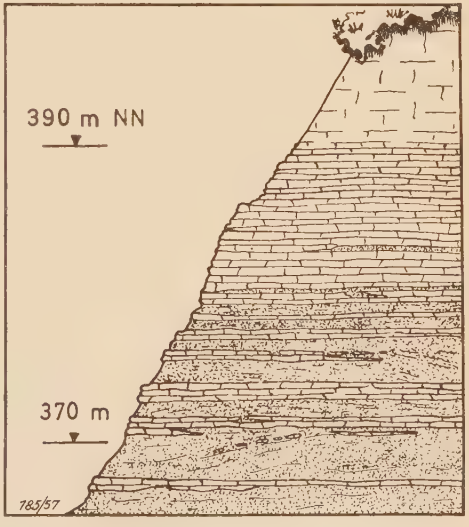


Abb. 3. Darstellung des Überganges der Oberen Meeresmolasse zur Süßbrackwassermolasse (schematisiert, Erläuterung s. S. 316, 317, 319).

Mit zunehmendem Erlahmen der Glaukonitsand-Schüttung, die bei 370 m NN noch ein deutliches Übergewicht hat, entwickeln sich innerhalb weniger Meter aus den Sanden etwas grob gebankte, graue, z. T. olivfarbene Blättermergel. Diese wiederum leiten ohne scharfe Grenze etwa bei 390 m NN zu den brackigen Mehlsanden über.

Der allmähliche Übergang von Blättermergelfazies in Glaukonitsandfazies, also der umgekehrte Vorgang, ist im Aufschluß Dötling (r. [45] 79180, h. [53] 50660) ersichtlich. Aus Vergleichen der Höhenlage der Typaufschlüsse im Gesamtprofil geht hervor, daß die einzelnen Faziestypen nicht niveaugebunden sind. Dabei ist zu berücksichtigen, daß im gesamten gesehen die Blättermergel und ihre Varianten wesentlich häufiger und vor allem in mächtigeren Folgen anzutreffen sind, als dies auf die Glaukonitsande zutrifft. Faziesvergleiche mit den über Tage anstehenden Sedimenten der Oberen Meeresmolasse aus den Kartenblättern Kößlarn 625 (Wittmann, 1954) und Pfarrkirchen 595 (Zöbelein, 1940) zeigen, daß dort eine ähnliche Entwicklung in der ausklingenden marinen Sedimentation gegeben ist. Sowohl Wittmann (1954) als auch Zöbelein (1940) beschreiben aus diesem Gebiet Glaukonitsande mit marinen Mergeln blätteriger Ausbildung, die miteinander verzahnt sind. Dabei bleibt festzustellen, daß vom Gebiet um Simbach a. Inn aus nach Norden die Sedimente zunehmend sandiger werden. So konnte Zöbelein (1940, Abb. 1) in den Brombacher Meeressanden schon eine erhebliche Grobsandbeteiligung nachweisen. Die dort beschriebenen Sedimente liegen unter brackischen Mergeln, die nach der Gliederung von Wittmann als Mehlsande (Einheit 1 der SBM) zu bezeichnen sind.

Die jüngsten marinen Bildungen des Gebietes um Simbach a. Inn sind gegenüber denen des Rottales als gleich alte, aber beckentiefere Ablagerungen innerhalb eines größeren Seichtwasserbereiches aufzufassen. Ein palaeontologischer Nachweis für das gleiche Alter der jüngsten marinen Bildungen im Bereich des Rottales und um Simbach a. Inn kann bis jetzt noch nicht erbracht werden. Ein mittelbarer Nachweis für die Zeitgleichheit dieser Bildungen ergibt sich daraus, daß sowohl im Rottal als auch bei Simbach gleichermaßen brackische Mehlsande ohne scharfe Untergrenze den marinen Bildungen auflagern. Die Mehlsande zeigen auf große Erstreckung hin völlig gleiche fazielle Entwicklung (Wittmann, 1955) und sind auf diese Entfernung hin innerhalb eines geringen zeitlichen Schwankungsbereiches in sich zeitgleich. Eine durchgreifende Diskordanz an der Basis der Mehlsande wird, im Gegensatz zu E. Kraus (1938), sowohl von Zöbelein (1940) als auch von Wittmann (1955) verneint. Nach den Arbeiten von Wittmann (1954, 1955) können auch keine seitlichen Verzahnungen mariner Bildungen mit Mehlsanden nachgewiesen werden. Wie später noch eingehender darzustellen ist, gehen auch im Gebiet um Simbach a. Inn die marinen Ablagerungen ohne scharfe Grenze in die brackischen Mehlsande über. Daraus geht hervor, daß die mächtigen Blättermergelfolgen des Simbacher Gebietes zumindest teilweise altersgleiche Äquivalente der küstennäheren marinen Ablagerungen des engeren Raumes von Pfarrkirchen sind.

Die Frage, ob die Blättermergel im Simbacher Gebiet nach unten zu unmittelbar in die „Schlierfazies“ bzw. Neuhofener Mergel eingehen, läßt sich hier nicht beantworten. Immerhin kann ich mir vorstellen, daß sich das weiter im Westen aus den Bohrungen bei Taufkirchen/Vils (Andree, 1937) und bei Ampfing (Heermann, 1954) gewonnene Normalprofil:

4. Oncophoraschichten
3. Glaukonitsande
2. Blättermergel
1. Neuhofener Mergel

nach Osten zu in der Weise ändert, daß die Glaukonitsande immer mehr vom Blättermergel faziell vertreten werden. Letztere würden also im Gebiet von Simbach a. Inn die mächtigen Glaukonitsande der westlichen Bereiche faziell vertreten und direkt in die Neuhofener Mergel bzw. deren zeitliche Äquivalente überleiten.

B. Die Süßbrackwassermolasse

Wittmann (1955) gliedert die Sedimente zwischen OMM und OSM in vier Einheiten, die sich nach ihrer faziellen Ausbildung und ihrem typischen Fauneninhalt deutlich voneinander unterscheiden lassen:

d) Limnische Süßwasserschichten
c) Schillsande (Aussüßungshorizont)
b) Glimmersande (Schillhorizont)
a) Mehlsande

} Oncophoraschichten

Er faßt die unterschiedlichen Bildungen in Anlehnung an eine im westlichen Teil der Süddeutschen Molasse von Lemcke, v. Engelhardt und Füchtbauer (1953) eingeführte Bezeichnung unter dem Namen Süßbrackwassermolasse zusammen.

Wittmann (1955) erfaßt die Faunengesellschaften nach Gattungen; dasselbe soll aus guten Gründen auch in dieser Arbeit geschehen. Eine Bestimmung der Arten erfordert eine spezielle paläontologische Bearbeitung, die Herr Dr. Zöbelein (München) noch im Laufe dieses Jahres vornehmen will (frdl. Mitt.). Durch die Spezialkartierungen der letzten Jahre ist eine große Zahl von Fossilfundpunkten bekanntgeworden. Die Unterscheidung einzelner Biotope, wie sie Wittmann (1955) durchführte, ist auf weite Erstreckung hin gesichert und kann als Grundlage für die paläontologische Spezialarbeit dienen.

1. Die Mehlsande (Einheit 1 der SBM)

Im Gebiet um Simbach a. Inn entwickeln sich die Mehlsande allmählich aus den liegenden marinen Bildungen. Wie dies im Einzelfall geschieht, ist in der schon angeführten Abb. 3 skizziert (Aufschluß St. Anna, r. 45 85310, h. 53 53160). Das Verhältnis Glaukonitsand : Mergel bzw. Staubsand verschiebt sich in Richtung der kleineren Korngrößen und durch rhythmischen Absatz gehen die Glaukonitsande in relativ grobgebankte Blättermergel über. Die Mergelbänkchen werden bis zu 10 cm mächtig und sind von olivgrauer bis blaugrauer Färbung. Millimeterdicke glaukonitische Feinsandlagen trennen sie voneinander, wobei der Glaukonitsandanteil nach oben hin bis zur schichtigen Einstreuung zurückgeht. Bei 390 m NN (s. Abb. 3) schließlich geht das blättrige Gefüge nahezu völlig verloren. Es entwickelt sich die mehr „massige" Staubsandfazies der Mehlsande. In deren tiefsten blaugrauen Teilen, die hier noch angeschnitten sind, finden sich, diffus verteilt, winzige Glaukonitkörnchen. Feinste Horizontalschichtung ist nur schwach erkennbar. Knapp unter 390 m NN treten die ersten Schalen von *Oncophora* und *Cardium* auf. Es handelt sich um ausgesprochen kleinwüchsige Formen. So erreicht *Oncophora*, die hauptsächlich in Doubletten vorkommt, maximale Längsdurchmesser von etwa 13 mm bei einer Höhe von rund 7 mm. Die Schalen sind in der Regel kräftig gebleicht, halb bis ganz aufgeklappt und liegen meist regellos im Sediment eingebettet. In sehr feinkörnigen Lagen, die sich etwas seifig anfühlen, hat *Oncophora* nicht selten eine blasse, rötliche Färbung. Die größte aufgefundene Form von *Cardium* hat eine Höhe von rd. 8 mm.

Übergangserscheinungen der gleichen Ausbildung lassen sich E Münchham (r. 45 83860, h. 53 55250, 390 m NN), W Engstall (r. 45 79620, h. 53 51530, 385 m NN) und bei Waltersdorf (r. 45 78040, h. 53 49320, 370 m NN) beobachten. Bei Dötling (r. 45 79180, h. 53 50660, 380 m NN) schiebt sich zwischen Blättermergel und Mehlsande ein rund 2 m mächtiges Glaukonitsand-Paket mit zahlreichen kleinen Mergelschmitzen ein. Schon in den oberen Partien der Glaukonitsande treten hier vereinzelt *Oncophora* und *Cardium* auf. Über die Glaukonitsande legen sich ohne irgendeinen Hinweis auf eine stärkere Diskordanz hellgraue Mehlsande, die

an ihrer Basis und 55 cm darüber pflasterartige Anreicherungen von *Oncophora* und *Cardium* führen.

Sämtliche Aufschlüsse im Kartierungsgebiet, die die Grenze der Oberen Meeresmolasse gegen die Mehlsande (Basis der Oncophoraschichten) anschneiden, zeigen einen allmählichen Übergang. Auf Grund dieser Befunde muß die von E. Kraus (1938, S. 20/21) vertretene Diskordanz zwischen Oberer Meeresmolasse und der brackischen Folge zumindest für unseren Bereich abgelehnt werden; sie ist nach den bisherigen Arbeiten in Ost-Niederbayern nicht vorhanden.

Kraus (1938) verwendet für seine Beweisführung Aufschlüsse (r. 45 82090, h. 53 51800 und r. 45 26800, h. 53 51420), in denen Sedimente mit zerbrochenen Brackwassermuscheln und Geröllen diskordant über marinen Blättermergeln liegen bzw. seitlich an diese angelagert sind. Es handelt sich hier nach Geländebefunden mit Sicherheit nicht um anstehende brackische Sedimente. Die von Kraus (1938) gefundene Diskordanz stellt ein pleistozänes Umlagerungsrelief dar, das bis in das Niveau der Niederterrasse herabgreift. Örtlich, z. B. bei Prenzing (r. 45 84480, h. 53 53240, 365 m NN), führen diese Umlagerungssedimente *Succinea oblonga, Helix hispida, Pupilla muscorum* und große, stark ausgebleichte Gehäuse von *Helix sp.* Teilweise sind die Umlagerungssedimente mit Löß vermengt.

Aus der Übergangszone entwickeln sich die Mehlsande (Einheit 1 der SBM) in ihrer typischen Staubsandfazies. Im Kartierungsgebiet schwankt ihre Mächtigkeit zwischen 30 m in der Gegend um Prienbach und 45 m an den Inntalhängen bei Ering; bei Simbach a. Inn ist sie mit rd. 40 m anzugeben. Die Färbung der Mehlsande ist innerhalb des Untersuchungsgebietes sehr unterschiedlich. Dort, wo sie höher über der Talsohle angeschnitten sind, wie etwa bei Münchham (r. 45 83860, h. 53 55250, 400 m NN), bei Strass (r. 45 83060, h. 53 53460, 405 m NN), im Hohlweg bei Pettenau (r. 45 82040, h. 53 52020, 415 m NN) und bei Waltersdorf (r. 45 78000, h. 53 49360, 390 m NN) ist die Farbe fahl gelbgrau, teilweise olivstichig und zementgrau. In tieferen Lagen, wo die Mehlsande ständig durchfeuchtet sind (z. B. Antersdorf, r. 45 74880, h. 53 49120, 375 m NN) schlägt die Farbe in ein intensives Blaugrau um.

Nachdem die Farbe eines Sedimentes im allgemeinen m i t als Kriterium bei der Unterscheidung einzelner Sedimenteinheiten herangezogen wird, erscheint mir diese an den Wassergehalt gebundene Farbänderung bemerkenswert. Bei der Begehung des Antersdorfer Baches zwischen Antersdorf (r. 45 74880, h. 53 49120, 375 m NN) und Englschall (r. 45 72790, h. 53 51300, 425 m NN) zeigt sich, daß die hier lückenlos aufgeschlossene Folge der Süßbrackwassermolasse ohne Rücksicht auf Korngröße, Mineralbestand oder Fossilbestand eine einheitliche, dunkelblaugraue Färbung hat. Die Sedimente behalten diese Färbung auch in luftgetrocknetem Zustand bei. Die typischen Farbabstufungen, wie sie Wittmann (1955) aus den einzelnen Einheiten der SBM schildert, sind hier also einer uniformen, dunkelblaugrauen Färbung gewichen. Einzelne Aufschlüsse jedoch, die höher über der Talsohle liegen (Muschelbergwerk Hinterholz, r. 45 74520, h. 53 49300, 385 m NN; SW Hadermann, r. 45 73560, h. 53 50390, 407 m NN und r. 45 73700, h. 53 50400, 420 m NN) schneiden wiederum Sedimente der SBM in ihrer ursprünglichen typischen Färbung an.

Erhitzt man die luftgetrockneten, blaugrau gefärbten Handstücke etwa 10 Minuten kräftig, so kommt die ursprüngliche typische Färbung des Sedimentes zum Vorschein. Es ist möglich, daß die blaugraue Färbung der Sedimente auf gittergebundenes Wasser zurückzuführen ist.

Diese an ständige Durchfeuchtung des Sedimentes gebundene Farbänderung kann sowohl Schichten der OMM als auch alle Schichten der SBM örtlich in gleicher Weise erfassen. Es erscheint klar, daß ein auffallender Farbwert als Sekundäreffekt „schräg" durch eine ganze Abfolge hindurchziehen kann, ohne daß er stratigraphisch gebunden ist.

Wenn somit die Farbe in unserem Gebiet ein sehr unsicheres Merkmal der Mehlsande darstellt, so besitzen sie doch durchweg die von Wittmann (1955) geschilderte

typische fazielle Ausbildung. Sie wirken im Aufschluß massig und bilden steile Aufschlußwände. Im Sediment ist ein hoher Seigerungsgrad unverkennbar. Die dichten Staubsande sind nicht selten durch messerscharfe Schichtfugen in grobe Bänke bis zu 1 m Mächtigkeit zerteilt. Besonders deutlich läßt sich dies bei Waltersdorf (r. 45 78015, h. 53 49325, 385 m NN) beobachten. Eine feinste horizontale Absatzschichtung ist hier schwach angedeutet. Ein Anriß, wenige Meter tiefer gelegen als der oben erwähnte Aufschluß (r. 45 78020, h. 53 49320, 370 m NN), zeigt den Übergang von marinen Glaukonitsanden zu den Mehlsanden. Die in den Glaukonitsanden ausgeprägte Unruhe im Sedimentationsraum setzt sich noch etwa 5 m in die tiefsten Mehlsande fort. Feine Rippelschichtung, z. T. auch bogige Schrägschichtung im Dezimeterbereich sind dafür kennzeichnend. Im Bereich dieser 5-m-Mächtigkeit klingt die rhythmische Korngrößentrennung nach oben hin aus. Grabgänge von Würmern lassen sich hier vereinzelt finden.

Im gesamten Vertikalprofil innerhalb der Mehlsande ist die Schichtung ziemlich ungeordnet: horizontale Absatzschichtung, Rippelschichtung im Zentimeter- und Dezi-

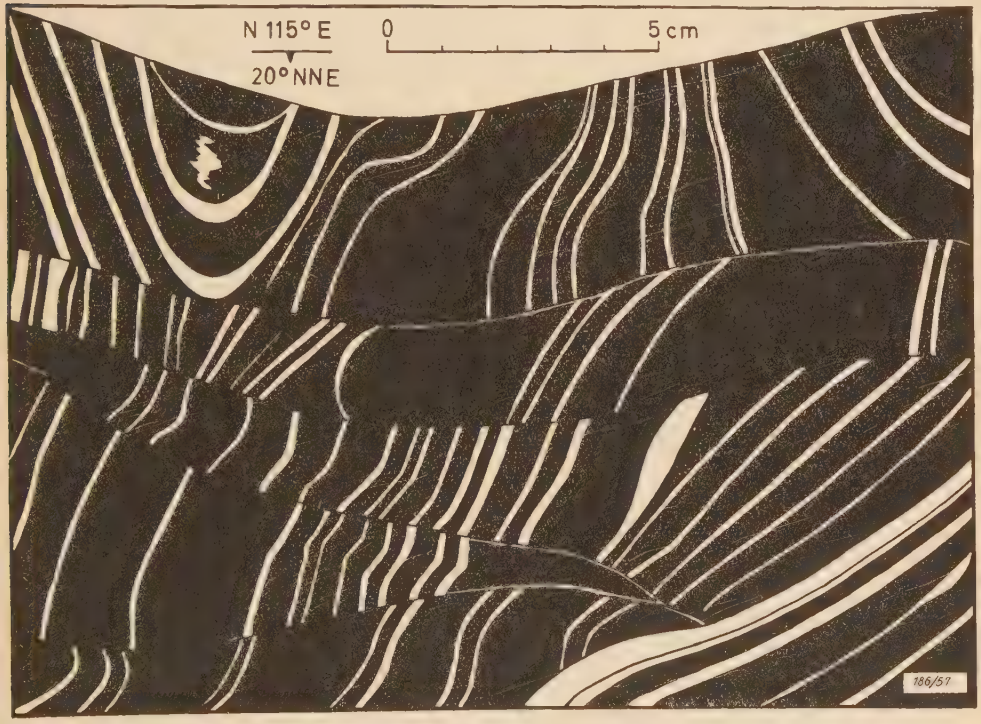


Abb. 4. Detailgefüge aus den Mehlsanden.

meterbereich und bogige Schrägschichtung lösen sich ohne Regel ab. Anzeichen subaquatischer Rutschungen finden sich hart unter der Obergrenze der Mehlsande nicht selten. Die Abbildungen 4 und 5 sollen davon einen Eindruck vermitteln. Die dargestellten Schichtungsbilder sind einem von Wittmann (1955) erwähnten Aufschluß NW Edmühle (r. 45 75000, h. 53 50720, 385 m NN) entnommen. Abb. 4 zeigt einen schrägen Anschnitt (Anschnittfläche Str. N 115 E, F. 20 NNE), während die Bildebene von Abb. 5 seigerstehend und in der Richtung N 125 E streichend zu denken ist. Die hier geäußerten Teilbewegungen sind mit Sicherheit synsedimentär. Sie verraten eine

Zähigkeit des frisch abgelagerten Sedimentes, wie man sie vor allem in rezenten Schlicken beobachten kann.

Abb. 4 erfaßt eine relativ homogene Partie, wo sich die Teilbewegungen in Bruchbildung äußern.

Schwarz gezeichnet sind dunkelgraue, kompakte Staubsande, die von feinen, hellgrauen Streifen als Spur angeschnittener Schichtflächen (in der Abbildung weiß) durchzogen sind. Wie aus der Abbildung, vor allem aus links oben hervorgeht, handelt es sich hier um eine Rippelschichtung (wahrscheinlich im Dezimeterbereich). Die Achsen der Längserstreckung der Einzelrippeln liegen ± in der Bildebene, also etwa 15—20° nach NNE eintauchend. Nur so können mehr oder weniger parallele Schnittspuren der Schichtflächen entstehen, die z. T. in der Zeichnung erfaßt sind. Sinngemäß wird die Achse der in der Abbildung links oben angeschnittenen Einzelrippel entweder etwas steiler („Sattel") oder flacher („Mulde") einfallen als die Bildebene, so daß im Anschnitt umlaufendes Streichen entsteht. Der dargestellte Keilsprung weist auf eine räumliche Einengung hin, die verbunden ist mit einer Ausweichbewegung (1 cm) nach Osten. Nachdem die Schleppung am Keilsprung z. T. gegensinnig zur Ausweichbewegung verläuft, dürfte an dieser Bewegung eine mindestens gleich große Vertikalkomponente beteiligt sein. Es kann wohl mit Sicherheit angenommen werden, daß in Abb. 4 einfache Setzungsrisse angezeigt sind. Etwa 20 cm über dem Ausschnitt wird die gestörte Partie von Mehlsanden ungestörter, horizontaler Absatzschichtung überlagert. Rund 1,5 m über der dargestellten Partie liegt die Obergrenze der Mehlsande.

Die in Abb. 5 erfaßte Partie liegt etwa 4 m neben der eben geschilderten, 50 cm unter der Mehlsand-Obergrenze. Hier bewirkt eine kleine Inhomogenität im Sediment (Linsen speckiger Mergel = ziegelartige Signatur, tonige Flasern = schwarz) eine mehr plastische Reaktion des frischen Sedimentes auf die räumliche Einengung.

An der rechten Flanke der skizzierten Stauchfalte sind Einzelklappen von *Oncophora* und *Cardium* mit der Lage „gewölbt oben" in die ehemals ± horizontalen Schichtflächen eingeregelt. Eine scharfe Gleitfläche ist nicht ausgebildet. Über die „geköpfte" Stauchfalte legen sich diskordant Mehlsande gleicher Körnung mit Zwischenlagen seifiger Mergel.

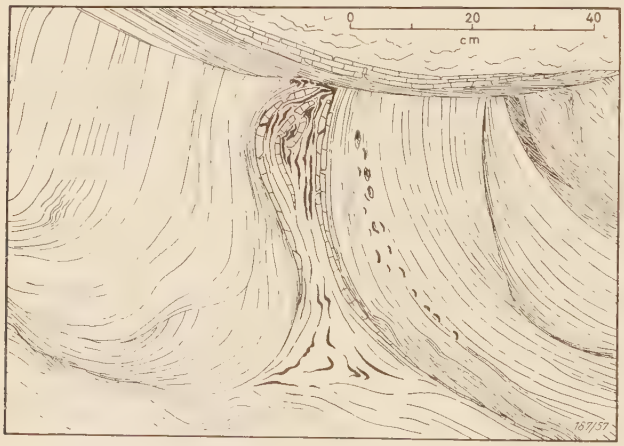


Abb. 5. Detailgefüge aus den Mehlsanden.

Derartige Details, wie sie in Abb. 4 und 5 deutlich werden, kommen im Aufschluß meist erst zum Vorschein wenn man die An-Anschnittfläche anschabt und anfeuchtet.

Ganz allgemein bildet Quarz den Hauptgemengteil der Mehlsande. Die zahlreichen feinschuppigen Glimmer sind im Sediment diffus verteilt. Unter dem Mikroskop lassen sich detritischer Kalk (in splitterig zerbrochenen Körnern) und neugebildeter unterscheiden (klumpenartige Verkittung der Mineralkörner). Schaufelartig gewölbte Ablösungsflächen, wie sie Wittmann (1955) als typisch für die Mehlsande beschreibt, sind besonders schön im Hohlweg SE Wolfsegg (r. ^{45} 78970, h ^{53} 50800, 400 m NN), aber auch im Orte Stubenberg (r. ^{45} 79720, h. ^{53} 52900, 390 m NN) oder hinter dem Gehöft Pichler (r. ^{45} 79420, h. ^{53} 51540, 400 m NN) zu beobachten.

Daß die Ablösungsflächen glatt und flach gewölbt sind, gründet sich auf zwei zusammenwirkende Komponenten: einmal auf die Herauslösung der unmittelbaren Aufschlußwand und des dahinterliegenden Bereiches aus dem Spannungszustand der ganzen Gesteinsbank. Dies bewirkt ein Abplatzen schaliger Platten an Flächen gleicher Spannungsdifferenz (Druckzwiebel). Hinzu kommt eine weitgehend homöoklastische Struktur des Sedimentes, die eine gleichmäßige, allseitige Druckverteilung begünstigt. Nur so ist es zu erklären, daß die Ablösungsflächen ohne Rücksicht auf die texturellen Eigenschaften des Lockersedimentes ungefähr parallel der Aufschlußwand angeordnet sind. Ein mehrschichtiges Gestein mit seinem Kornrhythmus würde unregelmäßige, getreppte Ablösungsflächen hervorbringen. Sinngemäß können solche regelmäßigen Flächen in allen Lockersedimenten dieses Körnungsbereiches auftreten, soweit sie nur möglichst homöoklastische Struktur aufweisen. Es ist also sicher, daß die erwähnten Ablösungsflächen nicht durch geringfügige Vertikalbewegungen in der Art eines Talzuschubes entstehen.

Zwischenlagen speckiger, olivgrauer Mergel von Zentimetermächtigkeit finden sich in den Mehlsanden nicht selten; sie sind regellos im Gesamtsediment verteilt. Verkittungen zu Sandsteinplatten, wie sie Wittmann (1955) in den Mehlsanden um Kößlarn vor allem an deren Obergrenze sehr häufig finden konnte, treten im Simbacher Bereich selten auf.

Die in großer Individuenzahl vertretene Megafauna beschränkt sich auf *Oncophora* und *Cardium*. Maximale Längsdurchmesser sind bei *Oncophora* rund 20 mm, bei *Cardium* 15 mm, in Ausnahmefällen 25 mm. Im allgemeinen sind die Schalen weiß gebleicht. Pflasterartige Anreicherungen von Einzelklappen und Doubletten finden sich bereits an der Basis der Mehlsande (Dötling, r. ^{45} 79180, h. ^{53} 50660, 380 m NN). Noch häufiger treten solche Anreicherungen wenige Dezimeter unter der Mehlsand-Obergrenze auf (Edmühle bei Kirchberg, r. ^{45} 75220, h. ^{53} 50500, 390 m NN und r. ^{45} 75000, h. ^{53} 50720, 385 m NN). Eine deutliche Einkippung der Einzelklappen in die Lage „gewölbt oben" (R. Richter, 1942, S. 181—206) läßt sich an den meisten Muschelpflastern nachweisen. So zeigten bei einer Auszählung von 40 Klappen 28 die Lage „gewölbt oben", der Rest die Lage „gewölbt unten". Geringste Strömungen sind hier im Ablagerungsmedium angezeigt. In der Anzahl der Individuen überwiegt *Oncophora* weitaus. Die Mikrofauna weist nach frdl. mündl. Mitt. von Herrn Dipl.-Geol. F. Oschmann noch marine Formen auf.

Die Mehlsande stellen das tiefste Schichtglied der SBM und gleichzeitig der Oncophoraschichten dar. In der bisher vorhandenen Literatur werden die Oncophoraschichten in das Oberhelvet gestellt. Diese Alterseinstufung gilt damit auch für die Mehlsande.

Wie ich schon darzulegen versuchte, kann die Basis der Mehlsandfazies zwischen Rott und Inn an allen Punkten als mehr oder weniger zeitgleich aufgefaßt werden. Neumaier und Wieseneder (1939, S. 196) können auf ein etwa mittelhelvetisches Alter der Brombacher Sande hinweisen, die im Bereich der Rott die Mehlsande unterlagern. Sie sind faziell etwas andersartig ausgebildete, aber altersgleiche Äquivalente der Blättermergel und Glaukonitsande bei Simbach a. Inn. Die Mehlsande des oberen Helvet gehen ohne Schichtlücke aus diesen hervor. Es erscheint sehr wahrscheinlich, daß im Simbacher Gebiet mittleres und oberes Helvet auch mikrofaunistisch schwer zu trennen sind. Diesbezügliche Schwierigkeiten zeigt die Zoneneinteilung des Helvet von Goerlich (1953, S. 125/126) nach Ostracoden auf.

Goerlich unterscheidet im Helvet drei Biofazies, die ohne zeitliche Fixierung mit A, B und C bezeichnet werden. Den Oncophoraschichten, zu denen ja auch die Mehlsande gehören, weist der Autor Arten der Zone C zu, während sich in den Brombacher Sanden Arten der Zone A finden. Die beiden Gesteinsfazies (Brombacher Sande und Mehlsande) sind ohne Schichtlücke miteinander verbunden. Die Megafauna betont diesen Übergang. Wenn hier also trotz des Überganges die Fauna der Zone B fehlt, so ist dieser Einteilung schon viel von ihrem

Wert für eine zeitliche Unterteilung kleinerer Komplexe genommen. Es erscheint deshalb nur zu berechtigt, wenn Goerlich (1953) eine Festlegung seiner Zonen A, B und C in der Zeit vermeidet.

Wie schon Wittmann (1955) vermerkt, konnten bei einer gemeinsamen Begehung in Oberösterreich 14 bis 16 km SE Ering a. Inn noch mehrere Mehlsandvorkommen gefunden werden. Sie sind lithologisch und faunistisch von den Mehlsanden des Simbacher Gebietes nicht zu unterscheiden. Besonders deutlich geht dies aus Aufschlüssen im Gebiet NW Henhart hervor (s. Übersichtskarte Abb. 1). An einem mit Büschen bewachsenen Abhang 300 m WSW Dipoltsham (1,6 km NNW Henhart) sind Mehlsande mit ihrer typischen *Oncophora-Cardium*-Fauna bei ungefähr 545 m NN von rostbraunen, sehr sandreichen Kleinschottern nach oben hin diskordant abgeschnitten. Eine Mergelgrube auf dem Scheitel eines Höhenrückens 600 m NW Dipoltsham schließt bei ungefähr 540 m NN ebenfalls Mehlsande mit *Oncophora* und *Cardium* auf. Eine ganze Aufschlußreihe findet sich in einem alten Hohlweg neben der Straße Dipoltsham—Rödham, ca. 250 m SE Rödham. Die hier angeschnittenen Mehlsande liegen etwa zwischen 520 und 530 m NN. Eine genaue Abgrenzung gegen marine Bildungen konnte nicht vorgenommen werden. Auffallend jedoch erschien im Hohlweg bei Rödham, daß die Mehlsande in ihren tiefsten Teilen blätterige Textur aufweisen. Diese Erscheinung läßt sich im Gebiet um Simbach a. Inn in den Partien der Mehlsande feststellen, die allmählich in die marinen Sedimente überleiten. Es erscheint mir durchaus naheliegend, daß im Gebiet von Henhart ein ähnlich fließender Übergang von marinen zu brackischen Bildungen vorliegt. Genauere Aussagen würden eine Spezialkartierung erfordern, so wie sie diesseits des Inn durchgeführt wurden. Sicher ist jedenfalls, daß Äquivalente der Süßbrackwassermolasse im oberösterreichischen Gebiet nur noch in Erosionsrelikten zu finden sind. Für die tiefste Einheit, die Mehlsande, ist dies nachgewiesen. Die Aussichten, Äquivalente der höheren Einheiten der SBM in diesen Gebieten zu finden, sind wegen der starken Heraushebung dieses Bereiches sehr gering. Auf diese postoberhelvetische Hebung soll im tektonischen Teil der Arbeit noch näher eingegangen werden.

2. Der Schillhorizont (Leithorizont 1)

Im Gesamtprofil der SBM treffen wir als erste scharf ausgeprägte Grenzfläche die Obergrenze der Mehlsande. Über die dichten Staubsande der Einheit 1 der SBM legen sich die Fein- bis Fein-Mittel-Sande der zweiten Einheit der SBM, die Wittmann (1955) als Glimmersande bezeichnete. Ihre Basis ist im Kartierungsgebiet durch eine so starke Anreicherung von Oncophora- und Cardiumklappen gekennzeichnet, daß eine regelrechte Schillage die Mehlsande überdeckt. Die Mächtigkeit dieses Schillhorizontes liegt im bearbeiteten Gebiet zwischen 10 und 45 mm.

Wittmann (1955) wies auf eine für solche Ablagerungen bemerkenswerte flächenhafte Verbreitung des Schillhorizontes hin und gliederte ihn als Leithorizont aus. Er stellte fest, daß die günstigen ökologischen Verhältnisse, die sich in der beinahe sprunghaften Zunahme der Individuenzahl äußern, vor allem im Gebiet zwischen Kößlarn und Simbach a. Inn gegeben waren. Schon im Gebiet um Kößlarn und noch mehr in der Gegend des Rottales löst sich der Schillhorizont in Streifen und pflasterartige Anhäufungen von Schalen auf. In diesem Falle kann nur noch von einer scharf ausgeprägten Grenzfläche gesprochen werden, die an die Stelle des Leithorizontes tritt.

Im letzten Abschnitt wies ich auf pflasterartige Anhäufungen von Oncophora- und Cardiumklappen in den obersten Partien der Mehlsande hin. Wenn dies bereits als Ausdruck besonders günstiger Lebensbedingungen gewertet werden kann, dann finden

diese Gattungen einen optimal günstigen Lebensbereich mit dem Einsetzen der etwas gröberen Glimmersande. Wie später noch zu zeigen ist, macht sich hier mehr oder weniger plötzlich ein verstärkter Süßwassereinfluß geltend. Hervorgehoben wird dieser durch die besondere Häufigkeit von *Oncophora,* die nach v. Ammon (1888) im Meer, nahe Flußmündungen lebt.

Ein besonders eindrucksvoller Aufschluß, der bei Kirchberg den Schillhorizont anschneidet (r. 45 75220, h. 53 50550, 390 m NN) wurde schon von Wittmann (1955, S. 21) erwähnt. Über dichten blaugrauen Mehlsanden, deren Obergrenze ein sehr schwach ausgeprägtes, flachwelliges Relief zeigt, liegt eine 45 cm mächtige Schillage mit wenig feinsandigem Zwischenmittel. In den untersten 20 cm der Anreicherung ist eine geringfügige Aufarbeitung zu bemerken: zahllose Bruchstücke von Oncophora- und Cardiumklappen sind wirr ineinander verkeilt. Das feinsandige, glimmerreiche Zwischenmittel tritt weitgehend zurück. Eine Schichtung ist kaum erkennbar. Nach oben hin nimmt das Zwischenmittel zu, die Schalenbruchstücke nehmen an Zahl ab und ganze Klappen und vereinzelte Doubletten werden immer häufiger. Im selben Maße tritt eine immer deutlicher werdende Einregelung der Klappen in die Lage „gewölbt oben" zutage. Stellenweise sind der Aufarbeitungszone kleine Staubsandschmitzen und -lagen zwischengeschaltet, die in ihrem Habitus den Mehlsanden entsprechen. An seiner Obergrenze löst sich der Schillhorizont allmählich in einzelne Schnüre und Pflaster von Klappen auf, bis schließlich nur noch einzelne Schalen in das Sediment eingestreut sind. Die Glimmersande, die schon im Schillhorizont einsetzen und ihn auch überlagern, zeigen völlig horizontale Schichtung. Sie führen im Schillhorizont und auch noch knapp darüber diffus verteilt reichlich staubsandiges Material, das mit Sicherheit den Mehlsanden entstammt.

Von dieser im Südwesten des Untersuchungsgebietes gelegenen Lokalität nimmt nach E und NE zu die Mächtigkeit des Schillhorizontes bis auf etwa 10 cm ab. Sie beträgt bei Waltersdorf (r. 45 78000, h. 53 49430, 410 m NN) 20 cm, bei Pettenau, wo der Horizont leicht im Hohlweg erschürfbar ist (r. 45 81940, h. 53 52060, 430 m NN) rund 15 cm und bei Schmied im Kirn (r. 45 81280, h. 53 56000, 410 m NN) nur noch 10 cm. Örtlich, wie etwa S Wolfsegg (r. 45 78970, h. 53 50800, 410 m NN), ist der Schillhorizont nur in Form von mehreren zentimeterdicken Schillagen vertreten, die z. T. der Mehlsand-Obergrenze aufliegen oder den tiefsten Glimmersandlagen eingeschaltet sind.

Entlang dem Inntalrand von Ering nach Simbach a. Inn sinkt der Schillhorizont von 440 m NN bei Grub (r. 45 85120, h. 53 54060) über Pettenau (430 m NN) und Waltersdorf (410 m NN) nach Antersdorf (r. 45 74810, h. 53 49300) bis auf 385 m NN ab, um dort unter die Talsohle zu tauchen. Genauer dargestellt ist die räumliche Lage des Schillhorizontes (= Dachfläche der Mehlsande) in der Abb. 9 b, die später im Hinblick auf die Tektonik näher erläutert werden soll.

Weitere Aufschlüsse, die den Schillhorizont entblößen, finden sich NW Edmühle an einem Prallhang (r. 45 75220, h. 53 50500, 380—385 m NN), an der Basis der Lehmgrube der Ziegelei Ober-Simbach (r. 45 75980, h. 53 49140, 400 m NN), im Bachbett bei Mitternberg (r. 45 76170, h. 53 49770, 405 m NN) und in einem kleinen Muschelbergwerk bei Hinterholz (r. 45 74520, h. 53 49300, 385 m NN). Kleinere Anrisse liegen bei Waltershof (r. 45 78000, h. 53 49430, 410 m NN), Pichler (r. 45 79560, h. 53 51440, 415—420 m NN), N Dötling (r. 45 79260, h. 53 50870, 410 m NN), am Hang bei Jetzlleiten (r. 45 84400, h. 53 56090, 430 m NN) und in einem alten Kelleraushub bei Warzenwies (r. 45 83960, h. 53 56500, 420 m NN).

Der Fossilbestand setzt sich in der Hauptsache aus *Oncophora* und *Cardium* zusammen. *Oncophora* erreicht Längen bis zu 24 mm bei einer Höhe von 14 mm, *Cardium* eine Länge von 20 mm und eine Höhe von 18 mm. In einem einzigen Fall konnte ich bei Edmühle (r. 45 75220, h. 53 50500, 390 m NN) eine winzige *Dreissensia* von etwa

8 mm Höhe bergen. Austernbruchstücke, wie sie Wittmann (1955) aus dem Schillhorizont am Stegerkeller bei Kößlarn (r. 45 83200, h. 53 59580, 435 m NN) beschreibt, sind in unserem mehr südlich gelegenen Bereich nicht zu finden. Leider sind zahlreiche Fossilien, die in einzelnen Muschelbergwerken geborgen wurden, nicht mehr greifbar. So sollen nach Augenzeugenberichten im Muschelbergwerk Burgholz (r. 45 75160, h. 53 49740, 385 m NN) schon mehrfach Haifischzähne gefunden worden sein. Der dortige Unternehmer bewahrt noch einen ? Seekuhzahn auf, der leider keiner genaueren Bestimmung zugänglich gemacht werden konnte. Nach Augenzeugenbericht von Herrn Studienrat Kapfhammer, Kirchberg, wurden vor Jahren im Muschelbergwerk bei Maierhof (r. 45 75940, h. 53 49520, 405 m NN) rippenartige Knochenstücke von einer Länge bis etwa 50 cm geborgen, über deren Verbleib nichts Näheres bekannt ist.

Im allgemeinen führt der Schillhorizont keine auffallenden Pflanzenreste. Nur in Anschnitten entlang dem Antersdorfer Bach (z. B. bei Irging, r. 45 73830, h. 53 49790, 385 m NN) treten solche vereinzelt in Form von kohligem Häcksel auf. Hier führen auch die Glimmersande an ihrer Basis streifenartige, biegsame Schilf- oder Tangreste, die bei einer Breite von 5 mm und einer Dicke von 1 bis 2 mm eine Länge von 250 mm erreichen. Nach der Trocknung spalten sie sich in feine Längsfasern auf oder brechen senkrecht zum Gefäßverlauf mit schwarz glänzendem Bruch ab.

Anreicherungen organischer Reste in der eben geschilderten Form sind aus Spülsäumen allgemein bekannt. Es muß hier aber offen bleiben, ob die flächenhafte Verbreitung des Schillhorizontes der Effekt einer allmählichen Verlagerung des Spülsaumes ist oder ob man sich eine durchziehende Muschelbank vorzustellen hat. Plötzliche Kornvergröberung an der Mehlsand-Obergrenze und eine teilweise Aufarbeitung der Schalen direkt über der Auflagerungsfläche könnten für die erste Deutung sprechen. Auch die äußerst geringfügigen Aufarbeitungserscheinungen und die Einschlämmung von Staubsanden aus der Einheit 1 der SBM in die untersten Meter der Glimmersande könnten die erste Deutung stützen. Aufarbeitungserscheinungen im Schillhorizont schildert auch Wittmann (1955) aus dem Aufschluß Stegerkeller bei Kößlarn (r. 45 83220, h. 53 59580, 435 m NN). Austernbruchstücke und Mergelgeröllchen liegen hier auf der Grenzfläche. Die fleckenweise Verkittung der Mehlsand-Obergrenze in diesem Aufschluß durch Kalk zu Sandsteinplatten könnte als Hinweis auf kurzfristige Expositionen gewertet werden. Sandsteinplatten und Aufarbeitungsgerölle sind aber nicht die Regel, sondern als Ausnahme zu betrachten. Ebenso kann ich nicht von einer Diskordanz i. S. einer Winkeldiskordanz sprechen, wenn dies auch bei den vorliegenden Sedimenten schwer zu beweisen ist. In der Deutung glaube ich eher, daß zumindest im Bereich des Untersuchungsgebietes der Schillhorizont an allen Punkten gleichzeitig gebildet wurde. Die Zertrümmerung der Schalen in den untersten Lagen des Schillhorizontes lassen sich mit einer äußerst kurzfristigen Sedimentationsunterbrechung erklären, wie sie bei solchen Flachwasserbildungen leicht vorkommen. Unbedeutende zeitliche Unterschiede in der Bildung kann ich mir durch fleckenweises Trockenliegen einzelner Untiefen vorstellen. Daß letzteres im zeitlichen Ablauf der Sedimentation kaum Bedeutung hat, zeigt sich an der Beibehaltung der einseitigen Lebensbedingungen, die sich in der ausschließlichen Anreicherung von *Oncophora* und *Cardium* widerspiegelt. Wenn man von den erwähnten Austernbruchstücken bei Kößlarn absieht, sind laterale Veränderungen der Molluskenfauna innerhalb des Schillhorizontes nur insoweit festzustellen, als die Individuenzahl pro Raumeinheit starken Schwankungen unterworfen ist. Generell nimmt die Individuenzahl von Simbach a. Inn nach Norden zum Rottal hin ab, wo nach Wittmann (1955) der Schillhorizont nur als pflasterartige Zusammenschwemmung einzelner Klappen von *Oncophora* und *Cardium* vorkommt.

3. Die Glimmersande (Einheit 2)

Die Glimmersande werden also über einer scharfen Untergrenze durch den Schillhorizont eingeleitet. Ihre Mächtigkeit bleibt mit rund 20 m über das ganze Untersuchungsgebiet hinweg gleich. Ein Hohlweg bei Thalham (r. ^{45} 77180, h. ^{53} 49640, 410—430 m NN) schließt die Glimmersande in nahezu lückenlosem Profil auf:

h) Mergeliger Aussüßungshorizont als Obergrenze der Glimmersande.

g) 3 m: Übergang zu etwas gröberen Mittelsanden ohne erkennbare Schichtung, hell gelbgrau, fossilleer.

f) 5 m: Fahl gelbgraue, glimmerreiche Fein- bis Feinmittelsande mit großzügiger, bogiger Schrägschichtung, Fallwinkel bis 20°, zahlreiche millimeterdicke Glimmerlagen heben durch ihre dunkelbraune Färbung die Schichtflächen hervor; eingestreut finden sich Gerölle bis Walnußgröße (im wesentlichen Quarze, aber auch Lydite, Amphibolite und helle Orthogneise), die vereinzelt in kleinen Schmitzen am Auslauf der Leerfläche einer Großrippel zusammengeschwemmt sind; hier finden sie sich meist in Gesellschaft von Anhäufungen großschuppiger Glimmer und *Oncophora*-Klappen.

e) 2 m: Horizontal geschichtete, olivfarbene Feinsande, glimmerreich, mit vereinzelten Zwischenlagen staubsandiger, olivgrauer Mergel bis zu 2 cm Dicke.

d) 8 m: Nach oben zu allmähliche Zunahme der Mergelzwischenlagen, die schließlich zur Ausbildung regelrechter Blättermergel von grauer bis olivstichiger Farbe führt; sedimentologisch entspricht dieser Vorgang durchaus der Blättermergelbildung, wie sie aus den marinen Schichten beschrieben wurde; ein reicher Gehalt an groß- und kleinschuppigen Glimmern fällt auf; die Feinsandlagen sind horizontal geschichtet, die Mergellagen zeigen oft eine Rippelschichtung. Bei 418 m NN wieder allmähliches Zurücktreten der Mergelzwischenlagen; vereinzelt eingestreut *Oncophora* und *Cardium*.

c) 1 m: Nach allmählichem Übergang olivfarbene, glimmerreiche Feinsande mit Diagonalschichtung im Dezimeterbereich, wechsellagernd mit vereinzelten zentimeterdicken Zwischenlagen rostfarbener, staubsandiger Mergel.

b) 1 m: Hoizontal geschichtete, licht ockerfarbene Feinsande mit feiner rostbrauner Horizontalstreifung, die von schichtiger Einstreuung großschuppiger Glimmer (Hellglimmer und gebleichte Dunkelglimmer) in rhythmischer Folge herrührt; vereinzelt eingestreut *Oncophora* und *Cardium*.

a) Schillhorizont mit *Oncophora* und *Cardium*.

Dieser aus dem Südteil des Untersuchungsgebietes gewonnene Querschnitt durch die Einheit 2 der SBM ist petrographisch und faunistisch lateralen Veränderungen unterworfen.

In dauernd durchfeuchteten Bereichen, wie sie sich nahe der Talsohle im Antersdorfer Bach zwischen 385 und 405 m NN finden (r. ^{45} 73830, h. ^{53} 49790 bis r. ^{45} 73350, h. ^{53} 50570), nehmen die Glimmersande eine einheitliche blaugraue Färbung an. Hier lassen sie sich nur durch ihre Korngröße und ihren reichen Gehalt an großschuppigen Glimmern von den Mehlsanden unterscheiden. Im übrigen Gebiet reicht die Farbenskala von einem olivstichigen Grau über Gelbgrau und Gelbbraun bis zu Rostbraun. Eine geringfügige Korngrößenzunahme, wie sie im eben geschilderten Beispiel deutlich wurde, kann in allen Teilbereichen vom Liegenden zum Hangenden festgestellt werden. Die vorwiegend im unteren Drittel des Glimmersandpaketes eingeschalteten Mergellagen sind über das ganze Gebiet hinweg gesetzmäßig verteilt: im Nordosten (Münchham — Kirn) sind sie nur als vereinzelte zentimeterdicke Lagen staubsandiger Mergel zu finden. Diese Mergelzwischenlagen häufen sich nach SW zu so, daß im Gebiet des Antersdorfer Baches die Glimmersande aus einem unteren Feinsandpaket

(ca. 5 m), einer mittleren Blättermergellage (ca. 8 m) und einem oberen Mittelsandpaket (ca. 7 m) aufgebaut sind. Diese Blättermergel unterscheiden sich makroskopisch von den marinen durch größeren Glimmergehalt in den Feinsand-Zwischenlagen, durch das Fehlen von Glaukonit und die *Oncophora-Cardium*-Fauna. Im selben Bereich sind besonders starke Glimmeranhäufungen im oberen Sandpaket nicht selten (r. 45 73680, h. 53 49720, 400 m NN).

Abb. 6. Schichtungsbild aus den Glimmersanden.

In der oberen Hälfte der Glimmersande wird schon aus der auftretenden bogigen Schrägschichtung im Meterbereich eine zunehmende Unruhe im Sedimentationsraum deutlich. Einen kleineren Ausschnitt aus dem schräggeschichteten Bereich in der Gegend von Münchham (r. 45 81600, h. 53 54760, 430 m NN) gibt Abb. 6 wieder.

Der dargestellte Anschnitt liegt etwa 2 m unter dem Aussüßungshorizont. Der steilste Fallwinkel der größeren Schrägschichten beträgt 35°. Im allgemeinen schmiegen sich die einzelnen Schrägschichten an ihrem Auslauf an die basale Diskordanzfläche an, wobei untergeordnet Fallwinkel bis zu 45° auftreten. Im oberen Teil der Abbildung kann man den Eindruck gewinnen, daß die Richtung der Strömung ± horizontal in der Aufschlußebene liegt. Die Schrägschichten konvergieren und divergieren in der Anschnittebene, so daß z. B. in der Mitte des rechten Bildausschnittes Luv- und Leefläche der Großrippel bestimmbar erscheinen, die das im Mittelteil der Abbildung hervortretende Erosionsrelief übergießt. In der Mitte der Abbildung fällt ein hügelähnlicher „Erosionsrest" mit steilen Flanken auf, der wiederum diskordant einer sehr flach schräggeschichteten Partie aufliegt. Die Schrägschichten innerhalb des „Hügels" verlaufen zueinander nahezu parallel. Zum Teil schmiegen sie sich der Auflagerungsfläche an, teilweise stoßen sie spitzwinkelig darauf. Dieser zwischen zwei Akkumulationsphasen herausgearbeitete „Hügel" kann seine Form nur einer Tangentialbewegung verdanken, die mehr oder weniger senkrecht zur Aufschlußwand gerichtet war. Dafür spricht auch die Art der seitlichen Anlagerung, die in der Abbildung links des „Hügels" deutlich wird. Neben einem lebhaften Wechselspiel von Abtragung und Sedimentation bzw. Resedimentation werden hier mannigfache Widerströmungen sichtbar, die die Unruhe im Sedimentationsraum während der Schüttung der oberen Glimmersande kennzeichnen.

Die Einstreuung von Geröllen bis Walnußgröße im schräggeschichteten oberen Drittel der Glimmersande deutet bereits eine linear gerichtete Strömung an. Einen gewissen Höhepunkt oder, wenn man so sagen will, eine Häufung findet diese Geröllschüttung bei Pettenau, im südöstlichen Teil des Arbeitsgebietes. Ein Hohlweg (r. 45 81850, h. 53 52060, 430—450 m NN) schließt dort folgendes Profil auf:

e) 449—450 m: 1 m Schotter, der in der Zusammensetzung dem unteren Schotterpaket entspricht; geringfügige lagenartige Kalkverkittung; die Obergrenze des Schotterpaketes ist markiert durch braungefärbte Sandsteinknollen, in die Gerölle eingebacken sind. Diese Bildungen führen sehr zahlreich *Helix*, untergeordnet auch *Dreissensia, Melanopsis* und *Planorbis;* nach ihrer

Lage im Gesamtprofil und dem Fauneninhalt gehören diese Bildungen jenem Horizont an, den Wittmann (1955) als Aussüßungshorizont (Leithorizont 2 der SBM) bezeichnet.

d) 447,5—449 m: 1,5 m schräggeschichtete Glimmersande mit zahlreichen Geröllschnüren und -schmitzen, vereinzelt Schalen von *Helix* und *Oncophora*.

c) 446—447,5 m: Schotterpaket von 1,5 m Mächtigkeit: plattige, wohlgerundete Gerölle (größtes Geröll 9×6,5×3,2 cm), durchschnittliche Geröllduchmesser um 3 cm, Geröllbestand sehr reich an kalkalpinem und zentralalpinem Material: helle und dunkle Kalke und Dolomite der ? alpinen Trias, rote Kieselkalke, bunte Quarzite, kavernöse Gangquarze, schwarze Hornsteine, Amphibolite und helle Orthogneise; vereinzelt eingestreut sind zerdrückte Schalen von *Helix* und *Unio*.

b) 430—446 m: Fast durchweg horizontal geschichtete, glimmerreiche Fein-Mittelsande, zahlreich eingestreut Einzelklappen von *Oncophora* und *Cardium*, sehr häufig sind Partien der Glimmersande durch Kalkausfällungen zu Sandsteinplatten (bis 20 cm dick) und -zapfen verkittet. Bei 445 m NN einsetzend bogige Schrägschichtung, vereinzelt Quarzgerölle bis Walnußgröße.

a) 430 m: Über Mehlsanden erschürfbarer Schillhorizont mit *Oncophora* und *Cardium*.

Glimmersande und die eben geschilderten Pettenauer Schotter sind als gleichzeitige Sedimente zu betrachten. Im Aufschluß finden sich keinerlei Hinweise für eine etwa jüngere Eintiefung der Schotter in die Sande. Aus dem Profil geht hervor, daß Glimmersande den Schottern zwischengeschaltet sind. Überlagert wird das Schotterpaket von dem im nächsten Abschnitt zu beschreibenden Aussüßungshorizont (Leithorizont 2 der SBM). Nachdem die Vorstellung, die Pettenauer Schotter seien rinnenartig in die Glimmersande eingetieft, wenigstens für unseren Bereich ausgeschaltet werden kann, deute ich diese grobe Schüttung als eine von einer nahegelegenen Küste in das flache Becken vorgeschobene Schotterzunge. Von dieser Küste leite ich auch die im Vertikalprofil erstmals auftauchenden Landschnecken *(Helix)* her. Die vereinzelt eingelagerten *Unio*-Bruchstücke passen sich insofern in dieses Bild ein, als *Unio* auch in schwach gesalzenem Wasser an Flußmündungen lebt. Ich stütze mich hier vor allem auf eine frdl. mündl. Mitt. von Herrn Dr. B. Meyer, der bei Studien an der schottischen Westküste im Bereich von Flußmündungen *Unio* in starker Häufung beobachten konnte. Eine Schotteranhäufung des Ausmaßes, wie sie in den obersten Glimmersanden bei Pettenau vorkommt, ist im ganzen Untersuchungsbereich nicht mehr anzutreffen. Aufschlüsse im selben stratigraphischen Niveau, die in nächster Nähe des Pettenauer Vorkommens liegen (Lichtenburg, r. 45 81250, h. 53 51740, 445 m NN und NE Pettenau, r. 45 82320, h. 53 52300, 445 m NN) führen nur noch Geröllschnüre und -schmitzen als Äquivalente der Pettenauer Schotter. Auch im weiteren Umkreis von Pettenau, z. B. bei Stubenberg (r. 45 80420, h. 53 53420, 425 m NN und r. 45 80480, h. 53 53280, 425 m NN) oder bei Stadelhof (r. 45 81600, h. 53 54760, 430 m NN), ist dies zu beobachten. Dies gilt auch für den gesamten westlichen Teil des Untersuchungsgebietes. Nach Osten zu ist das Schotterlager von Pettenau durch die junge Eintiefung des Inntales von seinem Liefergebiet getrennt. Die pleistozäne Erosion hat hier also gerade noch die äußerste Spitze der in das Glimmersandbecken vorgeschobenen Schotterzunge verschont. Nachdem von Pettenau aus gesehen die Schüttungsintensität sowohl nach Südwesten und Westen als auch nach Nordwesten, Norden und Nordosten stark abnimmt, kann ich im engeren Bereich die Pettenauer Schotter nur von Süden oder Südosten herleiten. Innerhalb des Arbeitsgebietes haben die Gerölleinstreuungen, die allerorts die obersten Glimmersande kennzeichnen, wohl strichweise ihre Wurzel in den geschilderten Schottern.

Andeutungen gerichteter Strömungen finden sich auch im Westteil des Untersuchungsgebietes, wenn sie hier auch nicht in einer Schotterschüttung gipfeln. Ein Seitengraben des Antersdorfer Baches schließt bei Irging (r. 45 73760, h. 53 49730, ca. 400 m NN) das obere Mittelsandpaket der Glimmersande auf, das hier diskordant den mittleren Blättermergeln aufgelagert ist. Im einzelnen ergibt sich folgendes Profil:

An der Basis des rd. 5 m hohen Aufschlusses treten blaugraue Blättermergel hervor. Bis zu 5 cm mächtige Bänkchen blaugrauer, staubsandiger bis speckiger Mergel wechsellagern rhythmisch mit Lagen blaugrauer Feinsande, die reich an großschuppigen Glimmern sind. Nach oben hin wird diese Folge von einem 25 cm mächtigen Band staubsandiger Mergel abgedeckt, welches selbst wiederum diskordant nach oben hin abgeschnitten ist. Die Diskordanzfläche zeigt ein unregelmäßiges Relief. Darüber setzt eine Schüttung mittelkörnigen Sandes mit geringfügiger Grobsandbeteiligung ein. Der unterste Meter dieser Sande ist bräunlich-grau gefärbt und charakterisiert sich als Aufarbeitungshorizont: einzeln in den Sanden schwimmend oder in größeren Schmitzen finden sich bis über faustgroße Gerölle von blaugrauen und braungrauen, speckigen Mergeln, die häufig eine warvenartige Hell-Dunkel-Schichtung zeigen. Sie sind fossilleer. Mergel dieser Ausbildung kommen im Blättermergelpaket der Glimmersande nicht vor. Weiter finden sich braune Gerölle aus verbackenen, glimmerreichen Feinsanden, bis faustgroß, die reichlich Pflanzenhäcksel, winzige Knochensplitter, *Melanopsis, Dreissensia* und *Cardium* führen. Vergesellschaftet mit den Umlagerungsgeröllen finden sich zahlreiche Quarz- und vereinzelte Gneisgerölle, die Maximaldurchmesser von 6 cm erreichen. Die braunen Sedimentgerölle stammen aus dem Aussüßungshorizont.

Die erosiv eingegrabenen Sande selbst führen sehr zahlreich *Unio* (Doubletten mit geschlossenen Klappen), vereinzelt *Oncophora* (Großformen bis 30 mm Länge) und untergeordnet auch *Melanopsis* der spitzgewindigen Art. Auf den flach bogigen Schrägschichten liegen, eingeregelt in die Schichtung, kohlige Holzstücke bis Ellenlänge, deren Kanten in der Regel etwas gerundet sind.

Noch oben hin gehen die bräunlich-grauen Sande in horizontal geschichtete, hellgraue Feinsande bis Mittelsande über, die reichlich großschuppigen Glimmer führen. Teilweise kann man geradezu von einer Glimmeranreicherung sprechen. Vereinzelt sind in diese Partien noch kleinere Mergelgerölle und Quarzgerölle eingeschaltet, ebenso Holzreste.

Während der Ablagerung der Glimmersande sind als Effekt der unruhigen Sedimentationsverhältnisse örtlich beschränkte und kurzfristige Abtragungsphasen eingeschaltet. Wie eben beschrieben, sind bei Irging die jüngsten Teile der Glimmersande erosiv in das Mergelpaket der Glimmersande eingetieft. Diese Sande unterscheiden sich schon durch ihre Korngröße vom unteren Sandpaket und lassen sich auch in der Horizontalen verfolgen. Bei der Begehung weiterer Aufschlüsse im Antersdorfer Bach (z. B. r. 45 73670, h. 53 50000, 405—408 m NN) zeigt sich nun, daß diese gröberen Sande vom Aussüßungshorizont überdeckt werden. Sie gehören damit sicher den Glimmersanden an und liegen im selben stratigraphischen Niveau wie die Pettenauer Schotter. Nachdem aber die Sande einerseits aufgearbeiteten Aussüßungshorizont (Leithorizont 2) an ihrer Basis führen, selbst aber wieder vom Aussüßungshorizont überdeckt werden, darf man wohl annehmen, daß hier kleinste Unterschiede in der Bildungszeit des Leithorizontes angezeigt sind. Nachdem eine Sandmächtigkeit von 7 m (Basis mit aufgearbeitetem Leithorizont 2, Obergrenze Leithorizont 2) immerhin eine gewisse Sedimentationszeit abbildet, habe ich in einem kleinsten geologisch faßbaren Zeitraum den Hinweis, daß der Leithorizont in engstem Rahmen nicht unbedingt einer Zeitmarke gleichzustellen ist. Freilich bleiben zeitliche Unterschiede in diesem Ausmaß innerhalb größerer geologischer Zeitabschnitte belanglos. Wahrscheinlich sind die geschilderten Abtragungs- und Aufschüttungsvorgänge auch nur von örtlicher Bedeutung. Zusammen betrachtet mit der etwa gleichzeitigen Schotterschüttung bei Pettenau geben sie aber eine Vorstellung von den wechselvollen Sedimentationsbedin-

gungen während der Verflachung des Ablagerungsraumes. Diese Verflachung führt zu ersten Anklängen terrestrischer Sedimentation.

Eine nähere Betrachtung verdienen im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes vor allem die Pflanzenreste, die in den Glimmersanden reichlich vertreten sind. Im Bereich des Antersdorfer Baches führt bereits der Schillhorizont vereinzelt Pflanzenhäcksel, und die unmittelbar über dem Schillhorizont liegenden Feinsande weisen biegsame, streifenartige ? Schilf- oder Tangreste auf. Dabei sind diese kohligen Streifen nicht in die Schichtflächen eingeregelt, sondern durchstoßen sie schräg, so daß ihre Enden oft dachziegelartig aus den Schichtflächen herausragen. Ich möchte annehmen, daß hier Pflanzen im ± ursprünglichen Lebensraum vorliegen. Daneben kommt bereits im unteren Sandpaket und in verstärktem Maße im mittleren Blättermergelpaket echtes Treibholz vor. Längliche Streifen (150×30×2 mm) und auch plattige Stücke (400×150×25 mm) liegen in der Schichtung eingebettet. Die Holzstücke zeigen dieselben Auswaschungen und Abschliffe, wie sie an rezenten Treibhölzern aus Flüssen oder Seen zu beobachten sind. Die Enden der Stücke sind in der Regel abgerundet. Ihr Bruch ist muschelig und schwarz glänzend. Pyritkrusten bis zu 8 mm Dicke überziehen die Holzstücke nicht selten, teilweise durchsetzen sie die Stücke auch quer zum Gefäßverlauf. Treibholz aus den oberen Mittelsanden führt keinen Pyrit.

Der Einfluß des (holzliefernden) Festlandes ist also schon in den untersten Teilen der Glimmersande zu spüren; in den obersten Teilen aber zeigt die Einwanderung von *Unio* und *Melanopsis* eine verstärkte Zurückdrängung des Brackwassers durch Süßwasser an. Im gleichen stratigraphischen Niveau sind andernorts (z. B. Pettenau, r. 45 81850, h. 53 52060, 445—450 m NN, Münchham, r. 45 81600, h. 53 54760, 430 m NN oder Grub b. Kirn r. 45 80820, h. 53 56430, 425—430 m NN) die ersten eingeschwemmten Schalen von *Helix* zu finden, teilweise begleitet von *Unio* (in Doubletten mit geschlossenen Klappen) und *Melanopsis*. Die Megafauna der unteren zwei Drittel der Glimmersande ist durch Großformen von *Oncophora* und *Cardium* bestimmt. Auf ein zeitweiliges und fleckenweises Trockenliegen des Ablagerungsraumes während der Sedimentation der jüngsten Glimmersande weisen Trockenrisse hin, die in vereinzelten Aufschlüssen an Mergelzwischenlagen zu beobachten sind.

So zeigt ein Anschnitt ESE Holzham (r. 45 75670, h. 53 51140, ca. 405 m NN) in horizontal- und flach schräggeschichteten Glimmersanden einzelne zentimeterdicke Mergelzwischenlagen, die — im Anschnitt — in dezimeterlange Stücke zerbrochen sind. Dabei sind die Enden der im zweidimensionalen Bild als Streifen erscheinenden Mergelstücke bogig hochgeschweift. Die Mergellagen selbst sind innerhalb des Aufschlusses als Rippeln ausgebildet. Im selben Niveau, unmittelbar neben den auskeilenden Mergelrippeln, sind Partien der Glimmersande schichtungskonkordant durch Kalkverkittung zu Sandsteinbänken bis zu 20 cm Mächtigkeit verbacken. Mergellagen und Sandsteinplatten werden von horizontal geschichteten Glimmersanden überdeckt, die zahlreiche Quarzgerölle bis Kirschgröße führen.

Ob alle Sandsteinbänke in den Glimmersanden während kurzfristiger Expositionen entstanden sind, vermag ich hier nicht zu entscheiden. Sicher sind viele Sandsteinplatten und -zapfen durch postsedimentäre Kalkausfällungen verkittet. Ebenso postsedimentärer Entstehung sind griffel- und zapfenartige Ausfällungen von Brauneisen, die nicht selten in die Glimmersande eingelagert sind. Größtenteils sind es rezente Bildungen, die z. B. verrottete Wurzeln umhüllen. Nach dem Zerfall der organischen Substanz verbleibt den Konkretionen eine mit Mulm oder mit kreidigem Brauneisen gefüllte zentrale Kaverne.

Wittmann (1955) konnte eine flächenhafte Ausbreitung der Glimmersande zwischen Inn- und Vilstal nachweisen. Im ganzen Verbreitungsgebiet führen die obersten Partien Gerölle. Es leuchtet ein, daß die Geröllieferung für diesen ganzen Raum

(N-S-Erstreckung rd. 45 km) ihre Wurzel kaum allein in der kleinen Pettenauer Schotterzunge haben kann. Dabei sei durchaus anerkannt, daß einzelne Gerölle in lebhaft bewegtem Wasser, das reichlich sandiges Material führt, u. U. sehr weit transportiert werden können. Dies würde aber in unserem Falle bedeuten, daß die Richtung des Transportes von Pettenau aus alle Richtungen innerhalb eines Winkels von 180° (von SW über W und N nach NE) umfaßt. Schon dies läßt die Auslegung fragwürdig erscheinen, die Pettenauer Schotter seien der alleinige, wurzelnähere Ausgangspunkt der Geröllschüttung in dem größeren Bereich zwischen Inn und Vils. Weiterhin ist aber auch keinerlei gesetzmäßige Abnahme von Geröllmenge und Geröllgröße im Sediment außerhalb der Pettenauer Schotterlage nach irgendeiner Richtung hin erkennbar. Ich möchte daher eher an einen äußerst flachen, festländischen Saum des Glimmersandbeckens denken, von dem aus einzelne Flußmündungen ihre Schotterzungen in das seichte Brackwasserbecken vorschieben, die in der Geröllstreuung ausklingen. Nach allen bisherigen Befunden kann ich diesen Saum nur südlich bis östlich des Arbeitsgebietes suchen. Der unmittelbare Nachweis der distributiven Provinz in diesem Raum ist jedoch nicht möglich, denn die starke Abtragung in diesem Raum Oberösterreichs hat mit ziemlicher Sicherheit alle zeitlichen Äquivalente der Glimmersande beseitigt, die zum Mutterland überleiten.

Die auffallenden Anreicherungen von Treibhölzern im Gebiet um Simbach a. Inn, die weiter nördlich fast völlig fehlen, können nur auf größere Küstennähe hinweisen. Immerhin gilt dies gerade für den Bereich, der noch zur Zeit der Mehlsand-Ablagerung eindeutig das Beckentiefere darstellte. Die zwischen dem Untersuchungsgebiet (Mächtigkeit der Mehlsande zwischen 30 und 45 m) und dem Rottal bei Pfarrkirchen—Birnbach (Mehlsandmächigkeit nach Wittmann, 1955, S. 19, 0—9 m) mit rd. 20 m nahezu völlig konstante Mächtigkeit der Glimmersande zeigt, daß größere Reliefunterschiede von den Mehlsanden bereits ausgeglichen wurden.

4. Der Aussüßungshorizont (Leithorizont 2 der SBM)

Zöbelein (1939, S. 247) erwähnt erstmals im Gebiet von Positionsblatt Pfarrkirchen (r. 45 72780, h. 53 67069) über den geröllführenden brackischen Sanden (Glimmersande) mit ihrer typischen Oncophora-Fauna ein 40 cm mächtiges, violettbraunes Sandband, das aus den brackischen Sanden hervorgeht und seinerseits von 50 cm hellgrauen, sehr feinen Mergeln überlagert wird. Die reichliche Süßwasserfauna setzt sich nach dieser Beschreibung zusammen aus *Helix (sylvana?), Helix sp., Planorbis, Ancylus deperditus, Limnaea, Clausilia, Neritina fluviatilis, Neritina sp., Unio sp.,* ferner einer der *Melanopsis impressa* gegenüber spitzgewindigeren *Melanopsis* und aus Schneckendeckeln. Zöbelein führt diesen Wechsel der Absätze und die Einschaltung von Süßwasserfossilien auf die aussüßende Wirkung eines dort in das flache Becken mündenden Flusses zurück. Wittmann (1955) wies nach, daß dieser Süßwasserhorizont im gleichen stratigraphischen Niveau über das ganze Gebiet zwischen dem Vilstal und dem Inntal bei Marktl hinweg verbreitet ist; er bezeichnete ihn als Aussüßungshorizont (Leithorizont 2).

Im Bereich des Kartierungsgebietes ist dessen Ausbildung nicht einheitlich.

Ein Modellfall des Aussüßungshorizontes i. S. der Beschreibungen von Wittmann (1955) ist in einem Seitengraben des Holzhamer Baches angeschnitten (r. 45 75770, h. 53 51990, 408 m NN).

Im einzelnen ist folgendes Profil aufgeschlossen (s. Abb. 7):

Die Aufschlußbasis bilden hell rostbraune Glimmersande mit relativ wenig großschuppigen Glimmern, horizontal geschichtet; vereinzelt eingestreute Gerölle erreichen Kirschkerngröße. An ihrer Obergrenze nehmen diese Sande eine von unten nach oben immer intensiver werdende Braunfärbung an, so daß ein 15 cm mächtiges, violettstichigbraunes bis schwarzbraunes Band entsteht. Kohliger Pflanzenhäcksel ist reichlich darin enthalten, sowohl diffus verteilt als auch an der Obergrenze des Bandes in kleinen Schmitzen angereichert. Der Faunenbestand setzt sich aus *Helix, Melanopsis* und *Unio* zusammen. Die Überdeckung bilden 30 cm hell blaugraue, z. T. schwach sandige Mergel mit undeutlich erkennbarer Horizontalschichtung. Augenscheinlich führen sie keine Megafossilien; sie werden ohne schärfere Grenze von dichtgepackten, blaugrauen Feinsanden überlagert; diese sind ebenfalls fossilfrei, reich an grob- und feinschuppigen Glimmern und horizontal geschichtet. Dem Hangenden zu nehmen sie eine olivstichige Färbung an. Der ganze Habitus entspricht dem der Glimmersande. Wie aus nahegelegenen Aufschlüssen ersichtlich, beträgt die Mächtigkeit der über dem Aussüßungshorizont liegenden Glimmersande noch etwa 2 m. Bei rd. 410 m NN werden diese von der nächsthöheren Einheit der SBM, den Schillsanden, abgelöst.

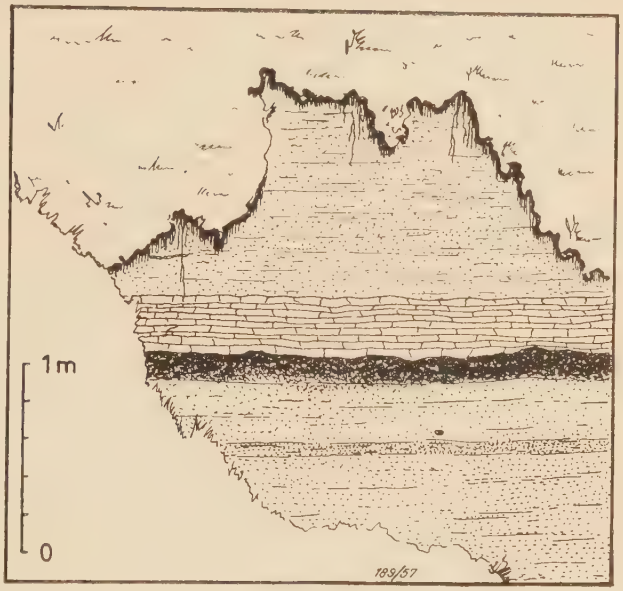


Abb. 7. Der Aussüßungshorizont in den Glimmersanden (schematisiert).

Diese Einlagerung des Aussüßungshorizontes in die obersten drei Meter der Glimmersande stellt im Bereich des Untersuchungsgebietes die Regel dar. An der Brücke von Aich (r. ^{45} 74620, h. ^{53} 51060, 400 m NN), d. i. südwestlich des oben geschilderten Aufschlusses, erreicht die braungefärbte Zone eine Mächtigkeit von rd. 1 m. Der Aussüßungshorizont wird hier überlagert von hellgrauen bis blaugrauen, sehr feinen Mergeln mit horizontaler Schichtung, die, 1 m mächtig, durch junge Bachterrassenschotter erosiv abgeschnitten sind. Unterhalb der braunen Zone lassen sich rostiggelbe, geröllführende Glimmersande erschürfen. In der braunen, feinsandigen, mergelig verbackenen Schicht ist reichlich schwärzliche, mulmige Braunkohle enthalten, die häufig kohlig schwarze Holzstückchen mit sich führt. Die Fauna setzt sich zusammen aus *Helix (sylvana?), Planorbis, Melanopsis, Dreissensia,* vereinzelt *Cardium,* selten *Ancylus* und *Unio*-Bruchstücken. Von *Neritina* konnte ich nur ein Exemplar bergen, ebenso eine Fischgräte von etwa 3 cm Länge. Winzige Knochensplitter sind häufig zu finden. Neben Bewohnern des Brackwassers sind hier also Süßwasser- und Landbewohner vertreten.

In den meisten Fällen fehlt im Bereich meines Kartierungsgebietes dem Aussüßungshorizont die abdeckende Mergelbank; er tritt dann in den obersten Glimmer-

sanden als diffus braun bis violettstichiges Band mit Mächtigkeiten bis zu rd. 25 cm in Erscheinung. Schnecken-, Muschel- und Pflanzenreste sind dann sowohl in zentimeterdicken Schmitzen angereichert oder aber vereinzelt in den braunen Horizont eingestreut.

Eine Sandgrube bei Hintere Lexenau (r. 45 78960, h. 53 54310, 425 m NN) erschließt folgendes Profil: aus hellgrau gefärbten Glimmersanden entwickelt sich durch allmähliche Veränderung des Farbwertes nach oben hin ein 20 bis 25 cm mächtiges braunes Band. Im obersten Dezimeter dieser braungefärbten Lage von Glimmersanden treten Mergelgeröllchen (bis 2 cm Durchmesser) gehäuft auf, begleitet von Quarz- und kalkalpinen Geröllen (bis 2 cm Durchmesser). Zahlreiche bräunlich gefärbte Fossilbruchstücke sind vor allem knapp unter der Obergrenze des braunen Bandes lagenartig angereichert. An erhaltenen Schalen finden sich sehr häufig *Dreissensia* und, an Zahl etwas zurücktretend, *Helix;* häufig vertreten sind Bruchstücke von *Unio* und *Melanopsis*, ebenso eine kleine, rechtsgewundene Schnecke, deren steilgewindige Schale Höhen bis zu 3 mm erreicht. Über dem braunen Band setzen sich die Glimmersande mit scharfer Untergrenze fort. Zahlreiche Geröllinsen und -schnüre mit Einzelgeröllen bis zu 2 cm Durchmesser (Gangquarze, Amphibolite, schwarze Hornsteine, hell- und dunkelgraue Karbonate) betonen die Unruhe im Sedimentationsraum. *Helix* findet sich noch vereinzelt eingestreut, Bruchstücke und ganze Klappen von *Dreissensia* sind in einzelnen kleinen Schmitzen zusammengeschwemmt. Regellos im Sediment verteilt sind Klappen von *Oncophora* (Länge bis 25 mm). Bruchstücke von *Unio* sind noch wenige Dezimeter über dem Aussüßungshorizont zu finden.

Bei Pettenau (r. 45 81800, h. 53 52040, 450 m NN) liegt der Aussüßungshorizont direkt über der oberen, kalkig verbackenen Lage der Pettenauer Schotter. Die Braunfärbung greift hier noch geringfügig in die Schotter hinein. Der braune Horizont selbst zeigt sich in Form feinsandiger Sandsteinknollen, die in die obersten Partien des Schotters eingelagert sind. Die Sandsteinknollen führen sehr reichlich *Helix.* Die Gehäuse sind völlig von verfestigtem, grauem Kalkschlamm ausgefüllt. Eine Unzahl von Schalenbruchstücken ist im Sandstein eingebettet; seltener finden sich ganze Schalen von *Dreissensia, Melanopsis* und *Planorbis.*

Mit einer überraschenden Regelmäßigkeit stellt sich über das ganze Kartierungsgebiet hinweg der Aussüßungshorizont (Leithorizont 2) rd. 20 m über dem Schillhorizont (Leithorizont 1) ein. Er kann hier an allen Punkten mit einer Fehlergrenze von ± 3 Metern erschürft werden. Aufschlüsse, die vor allem in paläontologischer Hinsicht zusätzlich von Interesse sind, liegen SE Schermühle (r. 45 73325, h. 53 50570, 405 m NN) und E Grafußing (r. 45 73670, h. 53 50000, 405 m NN). Der Aussüßungshorizont ist hier durch reichlich enthaltene, mulmige Braunkohle schwarzbraun gefärbt, ebenso wie bei Thalham (r. 45 77180, h. 53 49840, 430 m NN). Ein Aufschluß bei Antersdorf (r. 45 74920, h. 53 49540, 405 m NN) wurde schon von Wittmann (1955, Abb. 4) eingehend beschrieben. NE Schmied im Kirn (r. 45 81060, h. 53 56210, 425 m NN bis 430 m NN) spaltet sich der Aussüßungshorizont in drei übereinanderliegende braune Lagen auf. Die unterste findet sich ohne Mergelüberdeckung etwa 1 m unter der Glimmersand-Obergrenze und ist im Aufschluß leicht erschürfbar; die mittlere und obere braune Bank sind im Vertikalabstand von etwa 60 cm in die tiefsten Schillsande (Einheit 3 der SBM) eingelagert. Das untere braune Band tritt noch bei Grub (r. 45 80820, h. 53 56430, 425 m NN) und bei Wies (r. 45 80510, h. 53 56680, 425 m NN) zutage.

Die charakteristische Braunfärbung des Aussüßungshorizontes tritt innerhalb des erfaßten Gebietes überall hervor. Nur weiter im Südwesten, bei Hitzenau (r. 45 72980,

h. [53] 47700, 390 m NN), fehlt diese Färbung, und der Aussüßungshorizont, den hier hellgraue Mergel überdecken, ist nur durch seine Süßwasserfauna kenntlich. B. Meyer (frdl. Mitt.) führt die diffuse Braunfärbung auf eingeschwemmte Humussäuren zurück, die er in zahlreichen Proben aus dem Aussüßungshorizont chemisch nachweisen konnte. Die häufigen Eisen-Manganausfällungen, die auch mit diffuser Streuung örtlich die Glimmersande ohne Rücksicht auf das stratigraphische Niveau rostbraun färben, könnten möglicherweise an der Braunfärbung des Aussüßungshorizontes mit beteiligt sein.

Auf die Frage nach der Altersstellung des Aussüßungshorizontes geht schon C. W. v. Gümbel (1887, S. 308) ein, wenn auch zu dieser Zeit der Horizont noch nicht unter dieser Bezeichnung bekannt war. Auf Grund der Megafauna stellt v. Gümbel — und nach ihm v. Ammon (1888) — den schon zitierten Süßwasserhorizont von Aich in die *Helix sylvana*-Stufe und ordnet ihn dem Obermiozän (Torton) zu. Daß der Horizont in die Oncophora-Schichten (Einheit 1 mit 3 der SBM) eingeschaltet ist, war v. Gümbel noch nicht bekannt, denn er stellte das Vorkommen von Aich zu den Süßwasserschichten. Eine geringe Diskrepanz bezüglich der Alterseinstufung entsteht insofern, als in der neueren Literatur die Oncophoraschichten allgemein dem Oberhelvet zugeordnet werden (z. B. Heermann, 1954, Fig. 4). Die Megafauna des Aussüßungshorizontes spricht aber nach v. Gümbel und v. Ammon für tortones Alter zumindest der Teile der Oncophoraschichten, die über dem Aussüßungshorizont liegen. Es sind dies die obersten Glimmersande und die Schillsande, die im nächsten Abschnitt beschrieben werden. Die höchste Einheit der SBM, die Limnischen Süßwasserschichten, besitzt (nach v. Gümbel, 1887, v. Ammon, 1887, Dehm, 1955, u. a.) sicher tortones Alter. Die Überlappung der Grenzziehung Helvet—Torton greift über eine Sedimentmächtigkeit von rd. 15 m hinweg (obere Glimmersande und Schillsande). Es muß bis jetzt dem Ermessen des jeweiligen Bearbeiters überlassen werden, ob die Zeitgrenze Helvet—Torton möglicherweise schon an die Basis der Glimmersande, an den Aussüßungshorizont oder an die Obergrenze der Schillsande gelegt wird. Nachdem Wittmann (1955) nachweisen konnte, daß der von Neumaier und Wiesneder (1939, S. 208) an die Basis der Süßwasserschichten gestellte braune Süßwasserhorizont ein Äquivalent unseres Aussüßungshorizontes ist, dürfte auch im Bereiche des Rottales eine solche Überschneidung gegeben sein.

5. Die Schillsande (Einheit 3 der SBM)

Wenn sich in den oberen Glimmersanden ein verstärkter festländischer Einfluß durch erste Andeutungen einer Schotterschüttung bzw. -einstreuung bemerkbar macht, so findet diese Unruhe im Sedimentationsraum bei der Ablagerung des Aussüßungshorizontes ein schnelles Ende. Über die Glimmersande legen sich als erneute Stillwasserfolge die Schillsande mit ihrer weitgehend von salzfreiem Wasser bestimmten Fauna. Der zunehmende Einfluß des Süßwassers bleibt also trotz deutlicher Abnahme der Transportintensität der vom Küstensaum beckeneinwärts gerichteten Strömung erhalten. Die in der Ausbildung eines humosen Aussüßungshorizontes erkennbare Verlandungstendenz reicht noch bis in die untersten Schillsande herein. Der schon angeführte Aufschluß bei Schmied im Kirn (r. [45] 81060, h. [53] 56210, 425 m NN) zeigt dies in folgendem Profil:

g) 3,00 m: Graue, grobgebankte Staubsande mit zahlreichen Schillschmitzen: *Cardium, Melanopsis, Dreissensia, Neritina.*

f) 1,50 m: Graue, blätterige Mergel mit dünnen Feinsandzwischenlagen, vereinzelt *Cardium* und *Dreissensia.*

e) 0,10 m: Humoses, braunes Band in Sandmergeln mit zahlreichen Muscheln und Schnekken und diffus eingestreutem, kohligem Mulm.

d) 0,50 m: Olivfarbene, staubsandige Mergel, vereinzelt *Cardium*, *Dreissensia* und *Melanopsis*.

c) 0,15 m: Humoses, braunes bis schwarzbraunes Band in Sandmergeln, sehr reich an Schnecken und Kohlestückchen.

b) 1,00 m: Graue bis rostfarbene, staubsandige Mergel, vereinzelt *Cardium*, *Melanopsis* und *Dreissensia*.

a) 1,00 m: Gelbgraue Glimmersande mit einzelnen Geröllen; darunter erschürft: brauner Aussüßungshorizont ohne Mergelüberdeckung.

Die beiden braunen Bänder führen *Helix* (z. T. mit Streifen), *Neritina* (Eigenfärbung noch erkennbar), *Melanopsis* und *Dreissensia; Ancylus* findet sich seltener, *Planorbis* nur in kleinen Exemplaren. Sehr zahlreich sind rechtsgewundene Schneckenschalen bis 3 mm Höhe, die in ihrer Form den *Hydrobiidae* nahestehen. Pflanzenreste finden sich in Form kohligen Häcksels bzw. kohligen Mulms.

Die staubsandigen grauen Mergel direkt über den Glimmersanden führen bereits die typische Schillsandfauna: *Cardium*, *Melanopsis* und *Dreissensia*. Die im oberen Teil des Aufschlusses angeschnittenen Partien ähneln in ihrer faziellen Ausbildung den Mehlsanden so sehr, daß sie sich nur an Hand ihres charakteristischen Fauneninhaltes davon unterscheiden lassen. Wie in zahlreichen Aufschlüssen innerhalb der Mehlsande finden sich hier rauchgraue, grobgebankte und dichtgepackte Staubsande. Während erstere jedoch die typische Vergesellschaftung *Oncophora* und *Cardium* zeigen, hebt sich in den Schillsanden die Faunengesellschaft *Cardium*, *Melanopsis*, *Dreissensia* und untergeordnet *Neritina* deutlich heraus. *Neritina* erscheint besonders häufig in den Schillsanden bei Entholz (r. [45] 82180, h. [53] 55690, 445 m NN).

Im allgemeinen sind in den Schillsanden die Fossilien in halbmeterlangen Schmitzen zusammengeschwemmt, pflasterartig angereichert oder als Einzelindividuen eingestreut. Bei Jetzlleiten (r. [45] 84590, h. [53] 56150, 450 m NN) liegen ausgedehnte Schillinsen direkt der Glimmersand-Obergrenze auf und werden von hell-gelbgrauen, dichtgepackten Staubsanden eingedeckt. Die Faunengesellschaft ist wie die der Schillsande.

Während die Glimmersande mit Ausnahme der Mergeleinschaltungen meist keine Kalkreaktion zeigen, sind die Schillsande ganz allgemein sehr kalkreich.

Die oben geschilderten Anschnitte innerhalb der Schillsande liegen im Nordostteil des Kartierungsgebietes. Nach Südwesten zu verändert sich ihre Ausbildung: die Feinsandfraktionen treten mengenmäßig stärker hervor, und eine rhythmische Korngrößentrennung führt zu einer Folge von Staubsandlagen (bis 5 cm mächtig) und zwischengeschobenen feinen und feinsten Lagen glimmerreicher Feinsande. Diese Fazies ähnelt den schon früher geschilderten Blättermergeln in den marinen Schichten und z. T. in den Glimmersanden (Antersdorfer Bach). Ein typischer Aufschluß dieser Ausbildung liegt bei Schacheneck (r. [45] 80595, h. [53] 52340, 455 m NN). Von hier aus nach Westen zu wird die Entwicklung noch mehr feinsandig. Die typische Faunengesellschaft ändert sich mit der Veränderung der Fazies nicht, wohl aber treten nach Westen zu sowohl Treibhölzer als auch Blattabdrücke in den Schillsanden auf. Die Holzreste erreichen bis zu 15 cm Länge, sind von streifenförmiger Gestalt und an den Enden abgerundet. Die Blattabdrücke ähneln *Cinnamomum* und Schilfblättern.

Eine ganze Aufschlußreihe am Steilufer des Antersdorfer Baches zwischen Höhenkote 405 und 415 (r. [45] 73325, h. [53] 50570, bis r. [45] 73030, h. [53] 51000) schneidet die Schillsande in besonders fossilreicher Ausbildung an. Blaugraue Lagen staubsandiger,

kleinglimmerreicher Mergel wechseln rhythmisch mit dezimeterdicken Schmitzen und Bänkchen blaugrauer Feinsande, die durch ihren reichen Gehalt an grobschuppigen Glimmern auffallen. Die Feinsande bilden dezimeter- bis meterlange Linsen oder durchziehende Lagen und sind völlig von wirr ineinander verkeilten Schalen durchsetzt: *Melanopsis*, *Dreissensia* und *Cardium* sind am häufigsten vertreten, wobei an einzelnen Individuen die Eigenfarbe noch erhalten ist. *Neritina* tritt an Zahl etwas zurück, *Oncophora* findet sich sehr vereinzelt in Exemplaren bis 27 mm Länge. Treibholz und Blattreste (Schilfreste) sind reichlich vertreten.

Oncophora-Klappen von der Größe wie oben angegeben sind für unser Gebiet außergewöhnlich. Eine sehr ergiebige Schurfstelle, die solche Großformen neben Großformen von *Melanopsis* liefert (bis 24 mm Höhe), liegt bei Thalham (r. ^{45} 76770, h. ^{53} 49560, 420—425 m NN). Bemerkenswert erscheint in diesem Zusammenhang ein westlich des Kartierungsgebietes gelegener Prallhang bei Bruckmühl (Bl. Seibersdorf 679, r. ^{45} 66950, h. ^{53} 46600, 460 m NN), wo innerhalb der Schillsande *Oncophora* häufiger vorkommt. Auch hier fällt auf, daß *Oncophora* und *Melanopsis* (bis 30 mm Höhe) zur Ausbildung von Großformen neigen, während *Dreissensia* in der Regel in Kleinformen vertreten ist. *Cardium* (bis 15 mm Höhe) zeigt normale Größen, *Neritina* scheint zu fehlen. Sehr zahlreich finden sich kleine Turmschnecken. Treibholz in kleinen bis dezimeterlangen Streifen ist den Schillschmitzen massenhaft beigesellt. Die von v. Ammon (1888, S. 7) bei Mehlmäusel — genauere Lokalität nicht bekannt — aufgefundenen Krokodilknochen müssen aus dem gleichen Niveau stammen. Sie können entweder einem braunen Horizont an der Basis der Schillsande in diesem Bereich entnommen sein oder den Schillsanden selbst. Tiefere und höhere Schichten der SBM sind in dieser Gegend nicht angeschnitten.

Die Mächtigkeit der Schillsande beträgt für das ganze Untersuchungsgebiet rd. 10 m; nur örtlich steigt sie auf 15 m an. Die Untergrenze der Schillsande ist durch die scharf dagegen abgesetzten obersten Glimmersande, z. T. auch durch den Aussüßungshorizont bestimmt. Sie liegt in der Nordostecke des Untersuchungsgebietes bei 450 m NN und sinkt nach Westen zu, bis in die nächste Umgebung von Kirn, auf 425 m NN ab, wo sie unter die Geländeoberkante abtaucht. Vom selben Ausgangspunkt nach Südwesten hält sich die Untergrenze bis in die Gegend südöstlich Stubenberg auf gleicher Höhe (450 m NN), um von hier aus nach Südwesten allmählich abzusinken, bis sie im Tal des Antersdorfer Baches bei 405 m NN unter die Talsohle einschiebt.

Die Obergrenze der Schillsande wurde nach Übereinkommen dorthin gelegt, wo die typischen Schillsandfazies in die etwas gröberen Äquivalente der *Unio*-Sande (Zöbelein, 1940, S. 246—247) übergeht (vgl. Wittmann, 1955, Abb. 6). Wie im nächsten Abschnitt an Einzelbeispielen zu zeigen ist, hält sich die Fauna nicht streng an die Faziesgrenze, sondern greift z. T. mit Kümmerformen noch in die Uniosande herein.

6. Die Limnischen Süßwasserschichten (Einheit 4 der SBM)

Zöbelein (1940, S. 246) und Wittmann (1955, S. 46—47) scheiden über den „hangenden Oncophora-Mergeln" bzw. den „Schillsanden" ein Fein- bis Fein-Mittel-Sandpaket aus, das besonders im Gebiet des Positionsblattes Pfarrkirchen 595 zahlreiche Unionen führt (Uniosand) und bis zu 5 m mächtig wird. In den südlich an das Kartenblatt Pfarrkirchen 595 grenzenden Gebieten um Triftern und Kößlarn läßt die Unio-Führung merklich nach; die Sandschüttung bleibt aber als äquivalente und dem Liegenden gegenüber gröbere Sedimentfolge bestehen (Wittmann, 1955). Diese Äquivalente der Uniosande gehen nach oben hin ohne scharfe Grenze in die Sande und Mergel der Limnischen Süßwasserschichten über.

Im Gebiet um Simbach a. Inn stellt sich über den Schillsanden genau wie in den oben angeführten Bereichen eine Fein- bis Mittelsandschüttung ein. Auch hier ist also eine verstärkte Strömungsbewegung angezeigt, die sich in der Lieferung gröberer Korngrößen äußert. Eine Einschränkung ist für unseren Bereich nur insoweit zu machen, als ganz vereinzelt und fleckenweise Staubsande und Mergel, die sonst über den Äquivalenten der Uniosande einsetzen, bereits über den Schillsanden so überhand nehmen, daß von einem Sandpaket nicht mehr gesprochen werden kann. Wie gesagt, stellt dies aber nicht die Regel dar.

Einen genaueren Einblick in die auf unserem Gebiet verbreiteten Uniosand-Äquivalente und ihre Lagerungsbeziehungen zu den Schillsanden kann ein Detailprofil von Wiesmühle (r. [45] 77920, h. [53] 53330, 432—443 m NN) vermitteln:

g) 0,5 m: Verlehmte, hell-gelbgraue Mergel in ruhiger Absatzschichtung, z. T. feiner Rippelschichtung, Schichtflächen durch feine Rostbänder markiert, keine Fossilien.

f) 0,5 m: Feine Bänkchen staubsandiger Mergel (— 2 cm) in rhythmischer Wechsellagerung mit Feinsanden (— 10 cm), keine Fossilien.

e) 4,0 m: Gelbgraue, glimmerreiche Feinsande mit schwach erkennbarer, ruhiger Absatzschichtung in den unteren zwei Metern, darüber einsetzend bogige Schrägschichtung im Dezimeterbereich; vereinzelt sind Linsen und Lagen staubsandiger Mergel zwischengeschaltet (— 4 cm); an Fossilien finden sich häufig Kümmerformen von *Cardium*, *Dreissensia* und *Melanopsis;* daneben tritt in stark ausgebleichten Einzelexemplaren (Doubletten) *Unio* auf; Blattreste bilden oft millimeterdicke rostige Lagen.

d) 0,3 m: Graue bis olivfarbene Feinsande mit feinsten Mergelzwischenlagen, Schichtflächen nach Westen einfallend, hoher Glimmergehalt und zahlreiche rostige Blattreste.

c) 4,0 m: Durch allmähliche Korngrößenabnahme aus dem Liegenden hervorgehend gelbbraune Feinsande, unten etwas schmierig, duktil, reich an großschuppigen Glimmern, keine Fossilien.

b) 1,0 m: Aus dem Liegenden hervorgehend graubraune, staubsandige Mergel mit ruhiger Absatzschichtung, Schichtflächen mit Westfallen, stellenweise dicker Rostbelag auf den Schichtflächen; Fauna: *Dreissensia* (sehr häufig), *Melanopsis* und *Cardium* (häufig), an Pflanzenresten ein Stück Treibholz (150×20×5 mm) konkordant auf der Schichtfläche, daneben sehr zahlreiche ? Schilfreste.

a) 1,0 m: Dunkelgraue Staubsande, wechsellagernd im Zentimeter- und Millimeterrhythmus mit grauen Feinsanden, die sehr reichlich großschuppige Glimmer führen: Glimmerlagen bis 0,5 mm Dicke treten als rostige Streifen hervor, ruhige Absatzschichtung (Str. N 170 E, F. 30 WSW), dezimeterlange Linsen (— 1 cm) ockerfarbener Feinsande treten deutlich hervor, in kleinen Schillschnüren zusammengeschwemmt sehr zahlreiche Kleinformen von *Dreissensia* und *Cardium*, vereinzelt auch *Melanopsis*, schilfartige Pflanzenreste liegen konkordant eingebettet.

Die untersten zwei Meter des Sedimentpaketes sind nach der Ausbildung noch den Schillsanden zuzurechnen, obwohl die Fauna bereits Kümmerformen zeigt. In diesem Bereich läßt sich noch ein beträchtlicher Kalkgehalt im Sediment feststellen, der den überlagernden Feinsanden mit Ausnahme der mergeligen Lagen fehlt. Schwache Reaktionen auf HCl werden hier nur durch winzige Schalenbruchstücke der eingelagerten Fossilien hervorgerufen. Knapp unter der Obergrenze des Aufschlusses setzt langsam eine rhythmische Wechselfolge von Feinsanden und Mergeln ein, die nach Geländebefunden die typische Fazies der Limnischen Süßwasserschichten einleiten.

Die hier geschilderte Ausbildung des basalen Teiles der Süßwassersande und -mergel ist im Untersuchungsgebiet noch mehrfach anzutreffen. Auch im Graben ESE

Stadlhof (r. 45 81490, h. 53 54730, 440—445 m NN) greift die Schillsand-Fauna mit Kleinformen in die Feinsandfazies über. Bei Hintere Lexenau (r. 45 79320, h. 53 54000, 440 m NN) sind, tektonisch verstellt, mittelkörnige, glimmerreiche Sande angeschnitten, die ihrer Lage im Gesamtprofil nach in das hier besprochene stratigraphische Niveau zu stellen sind. Äußerst selten finden sich in den rostfarbenen Mergeln Abdrücke und Schalenbruchstücke von kleinen Cardien. Hinter den Häusern von Aich (r. 45 74630, h. 53 51230, 410—418 m NN) stehen glimmerreiche Feinsande bis Fein-Mittelsande der gleichen stratigraphischen Stellung an.

Die Schillsande können dort an einem alten Kellergewölbe neben der Aufschlußbasis erschürft werden. Es sind gelbe, sehr kompakte Staubsande mit zahllosen kleinschuppigen Glimmern und der typischen Schillsand-Fauna. Ein beträchtlicher Kalkgehalt ist unverkennbar. Feine Glimmerbestege auf den horizontalen Schichtflächen verleihen den Staubsanden eine blätterige Textur.

Mehrere Mergellagen bis zu 20 cm Mächtigkeit teilen die Feinsande in Pakete bis zu 1,5 m Mächtigkeit auf. Ca. 6 m über der Aufschlußbasis ist im genannten Aufschluß eine dieser Zwischenlagen als weißgrauer Süßwasserkalk ausgebildet, der bei Durchfeuchtung teigig wird; luftgetrocknet wird er weiß und staubt kreidig ab. Glimmerplättchen und Mineralkörner sind in verschwindend geringer Menge in den Kalkschlamm eingebettet. Glimmerreiche Feinsande ohne Mergellagen aus einer Sandgrube NW von Aich (r. 45 74290, h. 53 51570, 420 m NN), die wahrscheinlich noch den Äquivalenten der Uniosande angehören, führen vereinzelt Quarzgerölle bis Kirschgröße. Gebleichte Schalen von *Helix* treten selten auf. Ein geborgenes Tongeröll (53×25×22 cm) ist von winzigen Knochensplittern durchsetzt. Dem Gefügebild nach ähneln diese Sande mehr den obersten Glimmersanden, sie können diesen aber nicht ohne Annahme einer Störung zugeordnet werden.

Im Bereich des Antersdorfer Baches sowie bei Thalham (r. 45 76880, h. 53 49760, 435—445 m NN und r. 45 77290, h. 53 49765, 445 m NN) setzen die Limnischen Süßwasserschichten über den Schillsanden sogleich in ihrer typischen Fazies ein, wie sie im folgenden geschildert werden soll. Hart über den Schillsanden tritt in diesen Bereichen *Unio* etwas gehäuft auf.

Mit den soeben besprochenen Übergangsbildungen ist die Aussüßung des Helvetmeeres in unserem Bereich vollendet. *Oncophora* und *Cardium* verschwinden, *Melanopsis* und *Dreissensia* sind in den tieferen Lagen der Limnischen Süßwasserschichten noch vertreten. An ihre Stelle treten die Gattungen *Helix*, *Planorbis*, *Neritina*, *Ancylus*, *Unio*, *Hydrobia* und Turmschnecken.

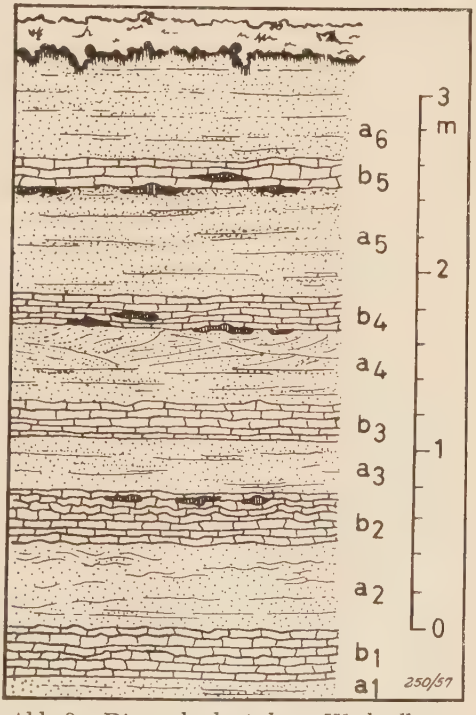


Abb. 8. Die rhythmische Wechsellagerung von Feinsanden (Punktsignatur) und Mergeln (gegitterte Signatur) in den Limnischen Süßwasserschichten (Kalkkonkretionen mit senkrechter Schraffur).

Für die Kenntnis des lithologischen Aufbaues der gesamten Süßwasserfolge des Kartierungsgebietes kann der in Abb. 8 skizzierte Teilbereich als Beispiel dienen. Er ist einem schon von vielen Autoren erwähnten Aufschluß bei Asenberg entnommen (r. 45 76450, h. 53 49530, 445 m NN).

Das dargestellte Profil gliedert sich wie folgt:

a_6: 60 cm graubraune, horizontal geschichtete Feinsande mit sehr zahlreichen großschuppigen Glimmern.

b_5: 15 cm fahl ockerfarbene bis graue, speckige Mergel mit reichlich diffus verteilten, feinstschuppigen Glimmern, winzige kohlige Holzreste sind einzeln eingestreut, Kalkkonkretionen (in der Zeichnung etwas übertrieben mit senkrechter Schraffur herausgehoben) bis zur Größe einer flachen Hand finden sich sowohl in der Mergellage als auch an deren Basis, eine horizontale Schichtung ist schwach angedeutet.

a_5: 60 cm hell graubraune, horizontal geschichtete Feinsande, reich an grob- und feinschuppigen Glimmern.

b_4: 20 cm hellgraue, speckige Mergel mit reichlichen feinsten Glimmern in diffuser Verteilung, horizontal geschichtete, kleine, kohlige Holzreste eingestreut, Kalkkonkretionen in oben geschilderter Größe hauptsächlich an der Basis der Bank.

a_4: 40 cm ockerbraune, großglimmerige Feinsande mit bogiger Schrägschichtung im Dezimeterbereich, in der unteren Hälfte besonders reich an Blattabdrücken.

b_3: 20 cm hell gelblich-graue, staubsandige Mergel mit feiner, flachwelliger Rippelschichtung, sehr zahlreich kleinschuppige Glimmer, die auf den Schichtflächen einen feinen Glimmerbesteg bilden; neben vereinzelten faserigen Stengelresten zahlreiche Blattabdrücke.

a_3: 30 cm hellgraue Feinsande, i. w. horizontal geschichtet, großplattige Glimmer auf den Schichtflächen, vereinzelt Blattabdrücke.

b_2: 30 cm hellgraue, staubsandige Mergel in flachwelliger Rippelschichtung, Glimmerbesteg auf den Schichtflächen und zahlreiche Blattabdrücke; knapp unter der Obergrenze einzelne Kalkkonkretionen (bis 2 cm dick).

a_2: 45 cm graugelbliche, dicht gepackte Feinsande, i. w. horizontal geschichtet, stengelige und blattförmige Abdrücke auf den Schichtflächen.

b_1: 25 bis 30 cm hellgraue, staubsandige Mergel mit horizontaler Absatzschichtung, die stellenweise in eine feine, flachwellige Rippelschichtung übergeht, Glimmerbesteg auf den Schichtflächen, stengelige und blattförmige Abdrücke.

a_1: graubraune, horizontal geschichtete Feinsande mit großschuppigen Glimmern an der Aufschlußbasis.

Die reichlich vertretenen Blattabdrücke ähneln *Cinnamomum*, *Fagus*, *Acer* und Schilfresten. Die Kalkkonkretionen sind z. T. sehr fest (mit zentraler Kaverne), teilweise erdig mürb.

Dieser Rhythmus von Sanden und Mergeln ist für die ganze Folge der Limnischen Süßwasserschichten kennzeichnend. Veränderungen in vertikaler Richtung und in den Horizontalen treten im ganzen Kartierungsbereich nur insofern auf, als örtlich der Anteil der Mergel am Gesamtsediment überwiegt (z. B. Antersdorfer Bach zwischen r. 45 73030, h. 53 51000, 415 m NN und r. 45 72800, h. 53 51360, 425 m NN); E Holzham (r. 45 75820, h. 53 51440, 430 m NN), andernorts die Feinsande (z. B. NW Stadlhof, r. 45 81145, h. 53 54960, 470 m NN oder S Leiten, r. 45 74860, h. 53 51490, 475 m NN).

Schnecken und Wirbeltierreste führt die Abfolge nur in humosen braunen Horizonten von 10 bis 20 cm Mächtigkeit, die in ihrer Ausbildung dem Aussüßungshorizont

so ähnlich sind, daß sie mit diesem verwechselt werden können. Teilweise sind diese Horizonte als Braunkohlelagen ausgebildet.

Die Auffindung eines solchen schmalen Horizontes im Gelände ist mehr oder weniger vom Zufall abhängig, zumal Aufschlüsse, welche die Süßwasserschichten in größerer Mächtigkeit bloßlegen, selten sind. Braune Horizonte der Süßwasserschichten konnten deswegen innerhalb des Kartierungsgebietes nur an neun Punkten erfaßt werden.

Den Anriß mit der reichsten Fossilführung liefert ein Hangrutsch NW Thalham (r. ^{45} 76880, h. ^{53} 49760, 440 m NN). In einer rhythmischen Wechselfolge von Feinsanden und Mergeln sowie beim Aufschluß Asenberg (Abb. 8) ist bei 440 m NN ein 15 cm mächtiges, kaffeebraunes Band eingeschaltet. Es ist feinsandig, glimmerreich und von einer 10 cm dicken Mergellage überdeckt. Der ganze Horizont ist wirr durchsetzt von zahllosen Schalenbruchstücken und kohligen Holzstückchen bis Zentimetergröße. Sehr reichlich sind vertreten *Ancylus, Helix, Unio, Planorbis,* ? *Hydrobia* und kleine, steilgewindige, rechtsgewundene Turmschnecken. Etwas spärlicher findet sich *Dreissensia,* ganz vereinzelt *Melanopsis* und *Neritina.* Neben den Holzstückchen sind Pflanzenreste in Form stengeliger Abdrücke und braunen, kohligen Mulms sehr häufig angedeutet. Millimetergroße Knochensplitterchen lassen sich erkennen. Im selben Aufschluß, etwa 3 bis 4 m höher, ist ein zweites, weniger ergiebiges Band von 5 bis 10 cm Mächtigkeit angerissen. Der gleiche Horizont ist im Hohlweg bei Thalham (r. ^{45} 77290, h. ^{53} 49765, 450—455 m NN) leicht erschürfbar.

Gleiche Vorkommen, aber mit etwas spärlicherer Fauna, liegen SW Hadermann (r. ^{45} 73700, h. ^{53} 50400, 435 m NN), in der Mergelgrube bei Oberndorfer (r. ^{45} 77330, h. ^{53} 53100, 465 m NN), in einem tiefgründig verlehmten Anriß bei Hinterndobl (r. ^{45} 79680, h. ^{53} 54140, 465 m NN) und, leicht erschürfbar, in einem Graben S Bildenöd (r. ^{45} 80440, h. ^{53} 53960, 455 m NN). Im Aufschluß bei Frank (r. ^{45} 83580, h. ^{53} 56400, 465 m NN) konnte ich kleine Knochenstücke bergen, bei denen es sich nach einer frdl. Bestimmung durch Herrn Dr. Berger (Inst. f. Palaeontologie d. Univ. München) um Wirbel kleiner Reptilien handelt. Das am Prallhang bei Unter-Langwied angeschnittene braune Band (r. ^{45} 74990, h. ^{53} 52020, 430 m NN) fällt vor allem durch die schichtige Einlagerung tiefschwarzer, bröckeliger Braunkohle (— 2 cm) auf). Der Horizont liegt im selben stratigraphischen Niveau wie die zwei kleinen Braunkohlehorizonte bei Englschall (r. ^{45} 72790, h. ^{53} 51300, 425 m NN), die in Süßwassermergel eingeschaltet sind. Die Lagen werden bis zu 6 cm mächtig und bestehen aus schwarzer, z. T. etwas toniger Braunkohle. Ein starker Eisengehalt macht sich durch rostige Farbtöne bemerkbar. Reste einer Fauna sind nicht zu finden. Die Süßwasserschichten sind in diesem Bereich vorwiegend mergelig ausgebildet.

Die Mächtigkeit der Süßwassersande und -mergel bewegt sich im Raume Münchham—Kirn zwischen 40 und 50 m und schwillt nach SW zu, im Bereich des Schellenberges zwischen Stubenberg und Kirchberg (s. Geol. Karte, Tafel 12) bis auf rd. 60 m an. Westlich Kirchberg ist die Schichtfolge durch den schräg herabgreifenden Erosionsrand der „Peracher Rinne" (s. Abschnitt: Obere Süßwassermolasse) bis auf 20 m reduziert.

Eine fluviatile Abteilung der Süßwasserschichten, mit Kleinschottern, wie sie nördlich der Rott aus den Gebieten um Pfarrkirchen (Zöbelein, 1940, S. 253 bis 254), Birnbach (Neumaier & Wieseneder, 1939, S. 209—210) und Aidenbach—Haidenburg (Wolf, 1956, S. 31—34) bekanntgeworden sind, fehlt in unserem Bereich. Es sind auch keinerlei Hinweise dafür vorhanden, daß sie hier je abgelagert wurden, um später, vor der flächenhaften Schüttung des Quarzrestschotters, wiederum erodiert zu werden.

Eine Erosionsdiskordanz als Obergrenze der Süßwasserschichten ist mit Sicherheit anzunehmen. Ob sich dahinter eine bedeutsamere Schichtlücke verbirgt, läßt sich von hier aus nicht beurteilen. Diesbezügliche Hinweise ergeben sich jedoch im Gebiet von Birnbach—Griesbach (Neumaier & Wieseneder, 1939, S. 211

und 248), wo die Süßwasserfolge der SBM teilweise völlig abgetragen ist und die Schotter der Oberen Süßwassermolasse (Quarzrestschotter) diskordant brackische Schichten überlagern. Nach den Bearbeitern muß hier mit einer tektonischen Heraushebung nach Ablagerung der Süßwasserschichten und vor der Schüttung des Quarzrestschotters gerechnet werden. Damit ist eine echte Schichtlücke angezeigt. Eine Erfassung des zeitlichen Ausmaßes dieser Exposition ist derzeit noch nicht möglich.

Die Untergrenze der Einheit 4 der SBM ist in unserem Bereich in der Art eines allmählichen Überganges ausgebildet. Dieser Befund deckt sich mit den Vorstellungen von Neumaier & Wieseneder (1939, S. 211), Wittmann (1955, S. 47) und Zöbelein (1940, S. 251). Wenn auch Wurm (1937) und E. Kraus (1938) eine Erosionsdiskordanz an der Basis der Süßwasserschichten annehmen, so möchte ich doch den Deutungen den Vorzug geben, die aus Spezialkartierungen resultieren. Für den Bereich zwischen Vils und Inn ist danach keine entsprechende Diskordanz bedeutenderen Ausmaßes erkennbar. Dabei soll berücksichtigt sein, daß eine solche im größeren Bereich des östlichen Molassebeckens örtlich durchaus möglich erscheint.

Die Frage nach der Altersstellung der Süßwasserschichten hat schon v. Gümbel (1887) insofern beantwortet, als er sie der „Sylvana-Stufe" zurechnet, sie also in das Obermiozän (Torton) stellt. Alle nachfolgenden Bearbeitungen schließen sich dieser Einstufung an.

C. Die Obere Süßwassermolasse

In unserem Bereich gliedern sich die Sedimente der OSM in

3. Hangendserie
2. Südlicher Vollschotter
1. Quarzrestschotter

Nördlich der Rott liegen unter dem Quarzrestschotter relativ feinkörnige Süßwasserkiese, die durch — wahrscheinlich geringfügige — Schichtlücken (Batsche, 1957, Abb. 7) gegen Liegendes und Hangendes abgesetzt sind. Diese Schotter werden bereits der OSM zugeordnet und leiten diese ein. Nachdem sie im hier besprochenen Gebiet fehlen, bildet für uns der Quarzrestschotter das tiefste Schichtglied der OSM. In ihrer Gesamtheit gehören die in unserem Bereich vorkommenden Sedimente der OSM zu einer im Becken ostwestlich gerichteten Schüttung (Füchtbauer, 1954, S. 39—41), die im Torton einsetzt und noch bis zum tiefsten Pont durchzieht (Dehm, 1955, S. 86).

1. Der Quarzrestschotter

Seit E. Kraus (1915) die Bezeichnung „Quarzrestschotter" geprägt hat, beschäftigen sich zahlreiche Autoren mit dessen Entstehung. Die weitgehende Ausmerzung der Nichtquarz-Gerölle wurde z. T. auf transportmechanische Ursachen zurückgeführt (Stadler, 1925), z. T. als Effekt der Umlagerung eines Vollschotters und einer nachfolgenden Kaolinisierung gedeutet (Kinzl, 1927; E. Kraus, 1938). Wenn bereits Schulz (1926) sowie Graul & Wieseneder (1939) eine Kaolinisierung des Schotters in situ annehmen, so wird diese Deutung durch die Arbeiten von Neumaier & Wieseneder (1939, S. 214), Zöbelein (1940, S. 257) und Grimm (1953, S. 12) eindeutig belegt.

Zöbelein (1940, S. 256—259) und später Grimm (1953, S. 12) unterscheiden zwei Restschottertypen:

einen ungeschichteten Typ, für den neben den Hauptgemengteilen (Quarz, Quarzite, Lydite, Hornsteine) vor allem Restgefüge von feldspathaltigen Gesteinen, Gneise, Amphibolite, Quarzphyllite, vereinzelte Kieselkalke und zahlreiche Kaolinputzen kennzeichnend sind,
einen geschichteten Typ, für dessen Entstehung ganz geringfügige Umlagerungen angenommen werden müssen; Kaolin ist hier weitgehend ausgewaschen, so daß das Zwischenmittel z. T. aus reinem weißem Quarzsand besteht. Der Geröllbestand setzt sich fast ausschließlich aus Quarzen und Quarziten zusammen. Der geschichtete Typ verdankt nach Zöbelein (1940, S. 257) seine Entstehung einer Auswaschung und Umlagerung des in situ kaolinisierten Restschotters, wie er im ersten Typ vorliegt.

In unserem Gebiet (s. Geol. Karte, Tafel 11 und Profiltafel 12), in dem der Quarzrestschotter mit den größten Mächtigkeiten innerhalb seines Verbreitungsgebietes überhaupt auftritt (bis 50 m), möchte ich eine strengere Unterscheidung dieser beiden Typen nicht vornehmen. Wenn sich auch der Quarzrestschotter im Gelände mit Hilfe der typischen Pflanzenüberdeckung und Wasseraustrittspunkten gut auskartieren läßt, so ist für eine solche Differenzierung die Zahl der Aufschlüsse doch viel zu gering. Ich kann nur als Regel angeben, daß im allgemeinen die Hangendpartien des Schotters stärker ausgewaschen erscheinen als die tieferen Teilbereiche. In welcher Zeit diese Auswaschungen vor sich gingen, kann jedoch nicht gesagt werden. Eindeutige Umlagerungserscheinungen miozänen Alters, wie sie Zöbelein (1940, S. 257—259) nachweisen konnte, sind mir aus unserem Gebiet nicht bekanntgeworden. Der in der Geol. Karte, Tafel 5 ausgeschiedene „umgelagerte Quarzrestschotter" liegt auf pleistozänen Erosionsflächen.

Daß selbst voll in situ kaolinisierter Restschotter noch deutliche Schichtung aufweisen kann, zeigt ein Aufschluß SE Weichselbaum (r. ^{45} 76980, h. ^{53} 53410, 405 m NN), rd. 10 m unter der Obergrenze des Schotters. An der weißen Aufschlußwand treten Gerölle mit Durchmessern bis zu 20 cm hervor, die durchweg aus weißen oder glasig-bläulichen Quarzen bestehen. Untergeordnet finden sich Lydite, ziegelrote Quarzite und helle, glimmerreiche, vergruste Gneise bis etwas über Walnußgröße; bohnengroße rote Hornsteine finden sich vereinzelt. Die Schotter enthalten sehr reichlich sandig-toniges Zwischenmittel, das sich im feuchten Zustand klebrig anfühlt. Luftgetrocknet staubt es weiß-kaolinig ab. Zahlreiche Kaolinputzen bis Apfelgröße sind nicht zu übersehen. In der oberen Hälfte des etwa 4 m hohen Aufschlusses fallen ausgedehnte Linien (0,5×2 m) von weißen Kleinschottern und sperrigen Quarzsanden auf, die von gelbroten bis rostigen Streifen durchzogen sind. Wenn hier der Tongehalt etwas zurücktritt und rostige Streifen eine Wasserzirkulation andeuten, so ist dies wohl in erster Linie auf Auswaschung in jüngster Zeit, im geschlossenen Verband und nur knapp unter der heutigen Verwitterungsrinde zurückzuführen. Im gesamten Aufschluß tritt auch in den groben Schotterpartien eine ± horizontale Schichtung deutlich hervor.

Die Schüttung des Quarzrestschotters setzt über den Limnischen Süßwasserschichten mit jener etwas feinkörnigeren, sandreicheren Entwicklung ein, die Grimm (1953, S. 9—10) als Basissande bezeichnet. In einer Mächtigkeit von mindestens drei Metern finden sich die Basissande NNE Asenberg (r. ^{45} 76980, h. 50190, 385 m NN), rd. 5 m über angerissenen Süßwassermergeln der SBM: es sind gelbbraune, in feuchtem Zustande rostig-gelbe bis orangefarbene, mittelkörnige Quarzsande mit reichlicher Grobsandbeteiligung. Zahlreiche großschuppige Hellglimmer liegen auf den Schrägschichten. Einzelne Quarzkörner bis Kirschgröße sind eingestreut. Ein geringfügiger Kaolingehalt ist nicht zu übersehen. Sande dieser Körnung und mit diesem Habitus kommen in den Süßwasserschichten nicht vor. Die bunten Färbungen führe ich auf rezente Verwitterung zurück, die an die heutige Oberfläche gebunden ist.

Weiße, kleinkiesige Äquivalente der Basissande finden sich bei Hiendling (r. ^{45} 81965, h. ^{53} 54065, 505 m NN) und bei Gernwallen (r. ^{45} 77680, h. ^{53} 53720, 495 m

NN). Sonst sind im Bereich des Untersuchungsgebietes basale Teile des Quarzrestschotters nicht aufgeschlossen. Die Lage der Untergrenze des Schotterpaketes kann daher im allgemeinen nur mit Schürfungen eingeengt oder nach Relief bzw. Quellaustritten an der Obergrenze der Limnischen Süßwasserschichten auskartiert werden. Genauere Werte der Höhenlage der Quarzrestschotterbasis im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes erhielt ich durch Flachbohrungen[1]). Im einzelnen können die Werte der Profiltafel, Tafel 6, entnommen werden. Zusammensetzung und texturelle Eigenschaften des Quarzrestschotters wurden von zahlreichen Autoren so eingehend beschrieben, daß sich im Rahmen dieser Darstellung Einzelbeschreibungen erübrigen.

Stratigraphisch tiefere Niveaus des Schotters lassen sich studieren N Thalham (r. 45 77110, h. 53 50390, 505 m NN), bei Wittibreuth (r. 45 73600, h. 53 55330, 465 m NN) und bei Fürstberg (r. 45 79600, h. 53 54380, 495 m NN). Aufschlüsse in der oberen Hälfte der Gesamtmächtigkeit sind wesentlich häufiger und finden sich bei Opping (r. 45 75620, h. 53 57500, 475 m NN), Kirchberg (r. 45 76220, h. 53 50840, 515—520 m NN), Rabing (r. 45 77620, h. 53 51900, 520 m NN), E Kollberg (r. 45 76980, h. 53 52720, 512 m NN) und an der Straße Fürstberg—Hart (r. 45 80500, h. 53 54360, 525 m NN).

Die Obergrenze des Quarzrestschotters läßt sich meist sehr gut erfassen. Großenteils wird sie von einem Quarzkonglomerat gebildet, das schon mit E. Kraus (1915) in die Literatur eingegangen ist unter der Bezeichnung „Quarzitkonglomerat". Der an seiner Oberfläche völlig ausgelaugte Restschotter wurde durch SiO_2 zu einer äußerst harten und dichten Quarznagelfluh verkittet.

Als erosionsresistente Decke bildet das Quarzkonglomerat charakteristische Geländestufen, die für die Kartierung unverkennbare Hinweise auf die Obergrenze des Quarzrestschotters geben. Im Forst Hart erreicht diese Kieseldecke Mächtigkeiten bis zu 1,8 m (r. 45 81030, h. 53 53710, 540 m NN und r. 45 80300, h. 53 53400, 542 m NN). Bei Gernwallen (r. 45 77930, h. 53 53920, 520—525 m NN) beträgt die Dicke der Konglomeratplatte rd. 1,5 m, S Hofstetten (r. 45 77320, h. 53 52160, 520—530 m NN) und bei Ranzenberg (r. 45 75810, h. 53 51980, 505 m NN) rd. 2 m. Starke Mächtigkeitsschwankungen sind örtlich nicht selten. So finden sich im Bach E Holzham (r. 45 75810, h. 53 51370, 420 und 440 m NN) abgerutschte Platten der Konglomeratdecke, deren Mächtigkeit zwischen 1 und 4 m schwankt. In einzelne Blöcke zerbrochen, aber noch mehr oder weniger anstehend, findet sich Quarzkonglomerat an einem Bachlauf bei Aiden (r. 45 74400, h. 53 54250, 480—485 m NN).

Im allgemeinen ist die Untergrenze der verkieselten Zone scharf, es ist also kein allmähliches Nachlassen der Einkieselung nach dem Liegenden festzustellen, wiewohl die kieselige Zone stellenweise zapfenartig nach unten greift. Als Ausnahme ist hier das Vorkommen von Kerneigen (r. 45 74040, h. 53 55160, 475—480 m NN) zu werten, wo eine etwas mürbe kieselige Konglomeratdecke (— 0,5 m) zapfig mit den unterlagernden Schottern verzahnt ist. Hier läßt sich tatsächlich eine allmähliche Zunahme des Verkittungsgrades von unten nach oben feststellen. Von dieser Lokalität aus nach NNW bis Altersberg (r. 45 73640, h. 53 56580, 480 m NN) dürfte die Konglomeratdecke mit Mächtigkeiten bis maximal 1 m noch relativ geschlossen sein. An der nördlichen Flanke des Bachtales bei Ulbering (Geol. Karte) ebenso in der nächsten Umgebung von Opping (r. 45 75830, h. 53 57000, 485 m NN), bei Innenkager (r. 45 78800, h. 53 55000, 520 m NN) und teilweise am Osthang des Schellenberges (r. 45 77200, h. 53 51360, 530 m NN) fehlt nach Befunden aus Flachbohrungen das Konglomerat. Es darf mit ziemlicher Sicherheit angenommen werden, daß an diesen Punkten das Konglo-

[1]) Durch ein frdl. Entgegenkommen der Mobil Oil A.G. konnte ich bei den 1956 niedergebrachten Seismik-Flachbohrungen im Raum meines Untersuchungsgebietes die Bohrprofile aufnehmen. Ich möchte an dieser Stelle meinen Dank für die Genehmigung aussprechen.

merat primär fehlt, daß also die Einkieselung nicht durchweg flächenhaft erfolgt. Eine Zerstückelung der Konglomeratplatte und ein Abtransport der Blöcke, örtlich beschränkt und vor der Ablagerung des nächsthöheren Schichtgliedes, braucht nicht angenommen zu werden. Das beträchtliche Gewicht der bis zu 10 m³ großen Konglomeratblöcke läßt im wesentlichen nur vertikale Verlagerungen der Stücke an Schrägflächen zu. Ein solches Relief mit stärkeren Böschungswinkeln fehlt an der Quarzrestschotter-Obergrenze, so daß ein weiterer Abtransport ausgeschlossen ist. Die Entstehung des Quarzkonglomerates und deren Zusammenhang mit der Kaolinisierung des Quarzrestschotters bedürfen noch einer genaueren chemischen Bearbeitung, ehe hierüber Bindendes ausgesagt werden kann.

Die räumliche Lage der Quarzrestschotter-Obergrenze kann in der Abb. 9a abgelesen werden. Eine eingehendere Behandlung des dargestellten Streichlinienbildes findet sich in Kapitel IV.

Die Mächtigkeit des Schotters ist in unseren Bereichen starken Schwankungen unterworfen. Entlang einer Linie von Kirchberg über Stubenberg nach Münchham (Taf. 11) beträgt sie 45 bis 50 m. Bis zu einer Parallel-Linie, 1,5 km NW der eben angegebenen, geht die Mächtigkeit auf 25 bis 30 m zurück. Diese Werte werden auch weiter nach Nordwesten zu beibehalten. Das Gebiet geringster Mächtigkeit (15 m) liegt W Kirn, bei Ebertsöd (r. ^{45} 79560, h. ^{53} 56300). Die Obergrenze liegt hier bei 520 m NN und ist eingekieselt.

Die Frage nach der Altersstellung des Quarzrestschotters wurde in neuerer Zeit durch Grimm (1953, S. 73) beantwortet. Der Autor stellt auf Grund von Säugerfunden den Restschotter in das obere Torton und läßt seine Schüttung bis in das untere Sarmat reichen. Neue Untersuchungen von Dehm (1955, S. 85) eröffnen die Möglichkeit, den Quarzrestschotter in seiner Gesamtheit noch dem Torton zuzuordnen.

2. Der Südliche Vollschotter

Grimm (1953) wies erstmals nach, daß, entgegen älteren Auffassungen, der im Bereich des Inntalrandes zwischen Perach und Julbach bis auf die Brackischen Schichten eingetiefte Vollschotter (Peracher Schotter) jünger ist als der Quarzrestschotter (Grimm, 1953, S. 47). Durch eingehende Geländeuntersuchungen und sedimentpetrographische Bearbeitung dieses „Südlichen Vollschotters" (Wurm, 1937, Textbeil. 1) und den darüberliegenden Sedimenten der Hangendserie konnten diese beiden Sedimentfolgen einem einzigen Schüttungszyklus zugeordnet werden. Fossilfunde stützen diese Auffassung.

Bei der Kartierung des westlich an mein Untersuchungsgebiet angrenzenden Teiles von Positionsblatt Julbach 652 stellte Grimm fest, daß nach Osten zu immer jüngere Schichten der SBM den Vollschotter und die Hangendserie unterlagern. Er schloß daraus auf eine rinnenartige Eintiefung des Südlichen Vollschotters in die älteren Schichten (Peracher Rinne).

Der Ostrand dieser Peracher Rinne konnte im westlichen Bereich meines Untersuchungsgebietes auskartiert werden (Geol. Karte, Tafel 11 und Profilserie, Tafel 12). Dabei ist von vornherein zu bemerken, daß Südlicher Vollschotter der typischen Ausbildung, wie sie Grimm (1953) aus dem Gebiet nördlich Marktl und bei Tann beschreibt, nicht ansteht. Was in der Geol. Karte, Tafel 11 unter dieser Bezeichnung zusammengefaßt ist, stellt ein inniges Gemenge von Vollschottermaterial, abgerutschtem Quarzrestschotter und eingeschwemmten Sanden und Mergeln der Limnischen Süßwasserschichten dar. Am Gesamtsediment überwiegen die Grobschotterkompo-

nenten. Die stratigraphische Bezeichnung „Südlicher Vollschotter" wurde für diese randliche Mischzone trotzdem gewählt, weil diese als Randfazies schließlich ein zeitliches und räumliches Äquivalent des Vollschotters darstellt. Eine genauere Differenzierung dieser Mischsedimente muß schon an den äußerst ungünstigen Aufschlußverhältnissen scheitern. Größere Anschnitte fehlen völlig. Die Untergrenze dieser Vollschotteräquivalente läßt sich an Hand zahlreicher Quellaustritte, unterstützt durch flache Schürfe, relativ gut erfassen. Die unterlagernden Süßwassermergel bilden einen vorzüglichen Wasserstauer. Die Obergrenze wurde nach Übereinkommen dort festgelegt, wo sich ein allmählicher Übergang zu den typischen Kleinschottern der Hangendserie feststellen läßt. Der einzige sichere, diesbezügliche Anhaltspunkt liegt in Aufschlüssen bei Niedereck—Piering. Etwas außerhalb des Kartierungsgebietes N Piering (r. 45 71400, h. 53 52180, 450 m NN) liegen an der Straße mehrere Aufschlüsse, die Südlichen Vollschotter der Fazies anschneiden, die bereits zu den Kleinschottern der Hangendserie überleitet. Die braunen Grobschotter führen reichlich sandiges Zwischenmittel. Gerölle bis zu 15 cm Längsdurchmesser sind nicht selten; sie dürften wahrscheinlich aus dem Quarzrestschotter stammen. Ganz allgemein stellen Quarze den Hauptgemengteil; häufig sind sie kavernös, wobei die Hohlräume mit schwarzbraunem Mulm gefüllt sind. Mit Grimm kann man diese Gerölle als typisch für den Südlichen Vollschotter bezeichnen. Walnußgroße Kalke sind sehr selten, Hornsteine vereinzelt eingestreut. Gneise der gleichen Größe zeigen leichte Vergrusung.

Nicht weit südöstlich dieser Aufschlüsse stehen nahe Niedereck (r. 45 72050, h. 53 51970) bei 460 m NN bereits Kleinschotter der Hangendserie an.

Das Alter des Südlichen Vollschotters und damit auch unserer randlichen Mischzone gibt Grimm (1953) nach Bestimmung von Dehm mit Obersarmat an.

3. Die Hangendserie

In unserem Gebiet bilden Südlicher Vollschotter mit Hangendserie die jüngsten Ablagerungen der OSM und gleichzeitig die jüngsten des Tertiärs überhaupt. Hangendserie überdeckt auf weite Erstreckung hin Südlichen Vollschotter und Quarzrestschotter und liegt im Bereich des Ostrandes der Peracher Rinne seitlich an Quarzrestschotter und Limnischen Süßwasserschichten angelagert.

In der Geol. Karte (Tafel 11) sind zwei Fazies ausgeschieden: Kleinschotter und Sande bzw. Mergel der Stillwasserfazies. Diese beiden Ausbildungen sind miteinander verzahnt und als gleichzeitige Bildungen aufzufassen (s. Profilserie Taf. 12).

Kleinschotter der Hangendserie finden sich angeschnitten bei Niedereck (r. 45 72060, h. 53 51930, 460 m NN), bei Strass (r. 45 73540, h. 53 52750, 455 m NN), SE Endsfelden (r. 45 76310, h. 53 52580, 535 m NN), am Schellenberg (r. 45 77420, h. 53 50790, 530 m NN) und bei Engstall (r. 45 77000, h. 53 51800, 540 m NN). Es handelt sich um rostfarbene Kleinschotter mit maximalen Geröllduchmessern um 4 cm. Hauptgemengteil ist Quarz. Bunte Quarzite, helle, leicht vergruste Gneise, Lydite und rote Kieselkalke sind untergeordnet vertreten. Das reichliche feinsandige Zwischenmittel führt zahlreiche Hellglimmer. Bei Oberham (r. 45 76920, h. 53 56670, 505 m NN) und W Ulbering (r. 45 75070, h. 53 58230, 525 m NN) sind grobe Quarzgerölle bis zu 15 cm Durchmesser eingeschaltet, die wahrscheinlich aus dem Quarzrestschotter im Liegenden stammen.

Die Stillwasserfolge der Hangendserie setzt sich aus rostigbraunen bis hellgrauen Feinsanden und braunen bis blaugrauen Mergeln zusammen, die in der Art der Limnischen Süßwasserschichten (Abb. 8) im Dezimeterrhythmus wechsellagern. Ent-

sprechende Aufschlüsse finden sich bei Fürstberg (r. 45 79790, h. 53 54740, 530 m NN) und Geisberg (r. 45 75050, h. 53 55900, 515 m NN). Das größere Verbreitungsgebiet dieser Folge konnte im wesentlichen durch Flachbohrungen erfaßt werden. Wie aus zahlreichen Bohrprofilen hervorgeht, ist in der Stillwasserfolge über das Verbreitungsgebiet hinweg insofern eine Gesetzmäßigkeit zu erkennen, als sie überall die gleiche Ausbildung zeigt. Um dies zu betonen, bezeichne ich die Stillwasserfolge als limnisch s.l., denn es sind hier tatsächlich Sedimentationsbedingungen abgebildet, die dem Ablagerungsmilieu der Limnischen Süßwasserschichten weitestgehend ähneln. Bis zu 5 m über der Obergrenze des Quarzrestschotters sind die Sande und Mergel in mehrfachem Wechsel diffus violett-bräunlich eingefärbt. Ganz entfernt erinnern diese Bänder in ihrer Farbe an die braunen Horizonte innerhalb der SBM. Ob es sich hier um eine beginnende Bodenbildung handelt, kann nicht entschieden werden. In diesen Teilen der Hangendserie treten auch nicht selten eingeschwemmte Treibholzstücke auf, die muschelig und schwarzglänzend abbrechen.

Am Ostrand der Peracher Rinne liegen Sande der Hangendserie bei Fürkl (r. 45 73030, h. 53 53550, 465 m NN) über Basissanden des Quarzrestschotters, die hier noch etwa 6 m mächtig sind. Zahlreiche in die Feinsande eingelagerte grobe Quarzgerölle mit Durchmessern bis zu 25 cm dürften aufgearbeitetem Quarzrestschotter entstammen. Hier ist also im Aufschluß der unmittelbare Beweis für die seitliche Anlagerung der Hangendserie an ältere Sedimenteinheiten gegeben. Bei Leiten (r. 45 74820, h. 53 51540, 475 m NN) liegen Kleinschotter der Hangendserie mit reichlich eingestreutem Quarzrestschotter auf Sanden und Mergeln der Limnischen Süßwasserschichten. Die einzelnen Höhenlagen der Anlagerungsfläche am gesamten Ostrand der Peracher Rinne mögen der Profiltafel entnommen werden (Taf. 12).

Die Verbreitung von Hangendseriesedimenten im Kartierungsgebiet ist in der Geol. Karte (Tafel 11) festgehalten.

Zur Klärung der Altersverhältnisse verweise ich auf Grimm (1953, S. 74), nach der die Schüttung der Hangendserie vom Obersten Sarmat bis in das volle Pont reicht.

IV. Lage der Schichten im Raum und tektonische Endformen

Nach den Erfahrungen früherer Arbeiten dürften im Bereich des Positionsblattes Simbach a. Inn 653 noch jene Äußerungen posthelvetischer Bewegungen zu finden sein, die zu einer flachen Verkippung der Schichten führten. Wurm (1937, Textbeil. 3) und später Grimm (1953, Abb. 16) erfassen diese allgemeine Verstellung der Tertiärplatte in Ost-Niederbayern an der Quarzrestschotter-Obergrenze und kommen zu Einfallswerten zwischen 2 ‰ und 6 ‰. Wurm (1937, Textbeil. 2) greift zusätzlich noch die Basis des Quarzrestschotters als Bezugsfläche heraus und gelangt auch hier zu Einfallswerten gleicher Größenordnung.

Durch die Arbeiten von Wittmann (1954, 1955) ist die Feingliederung der Schichten zwischen OMM und OSM näher bekanntgeworden. Besonders im Schillhorizont (= Obergrenze der Mehlsande) und im Aussüßungshorizont (ungefähr Obergrenze der Glimmersande) finden wir zwei Bezugshorizonte, die sich wegen ihrer weiten Verbreitung und ihrer geringen Mächtigkeit vorzüglich für die Erfassung tektonischer Formen eignen.

Innerhalb des engeren Arbeitsgebietes um Simbach a. Inn ist vor allem die Obergrenze der Mehlsande an zahlreichen Punkten angeschnitten oder kann mit Hand-

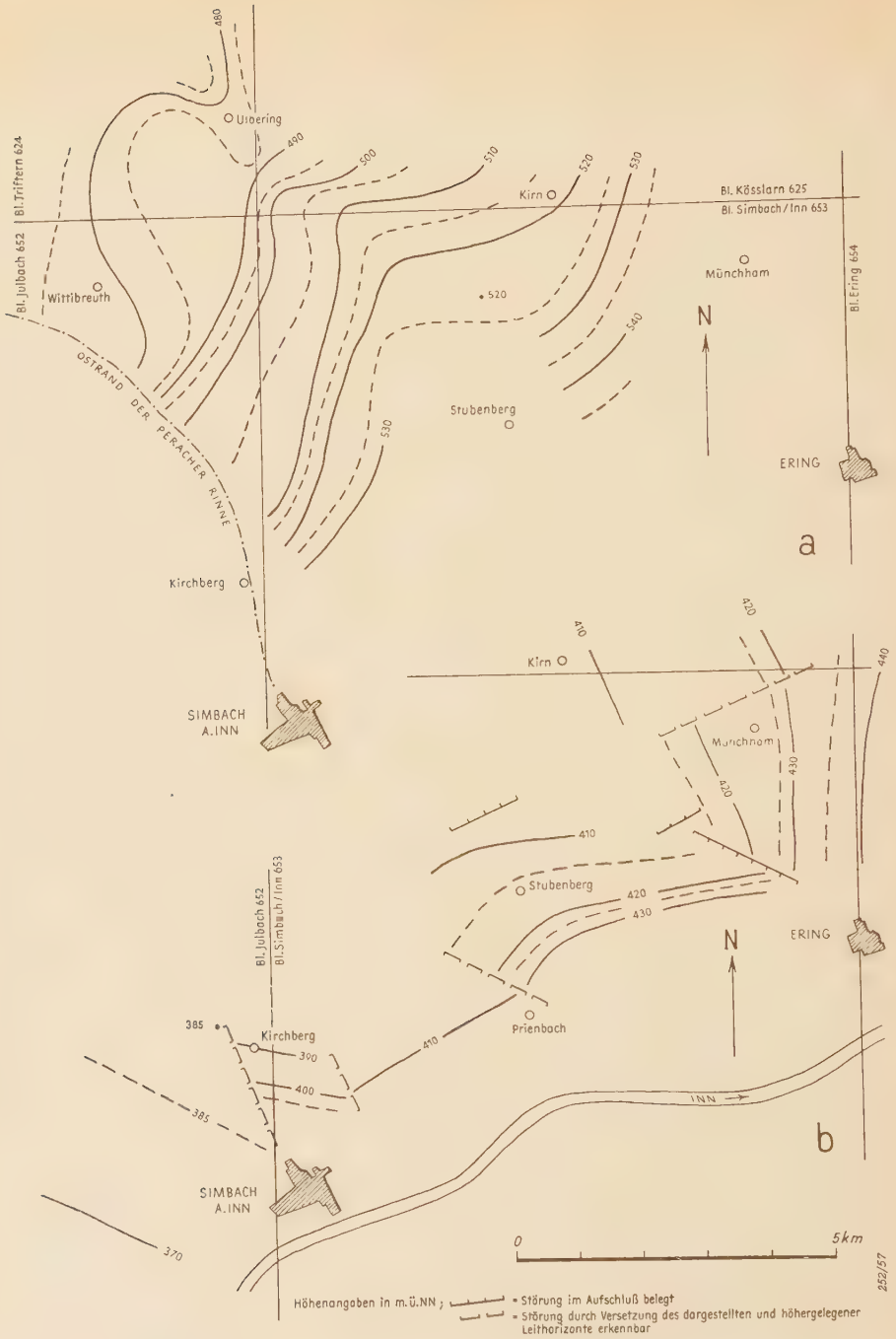


Abb. 9. Streichlinien a) der Quarzrestschotter-Obergrenze und b) der Mehlsand-Obergrenze im Bereich des Positionsblattes Simbach a. Inn 653.

bohrungen und flachen Schürfen erfaßt werden. Weniger gut ist der Aussüßungshorizont erschlossen, so daß auf die Darstellung seiner räumlichen Lage an dieser Stelle verzichtet wurde.

Abb. 9b zeigt die Streichliniendarstellung der Mehlsand-Obergrenze. Abb. 9a erfaßt zusätzlich die Obergrenze des Quarzrestschotters.

Die Quarzrestschotter-Obergrenze gibt eine äußerst schwach ausgeprägte „Aufwölbung" wieder. Beim Orte Ulbering zeigen die Streichlinien eine nach SE gerichtete Einbuchtung, die sich auf eine linienartige, geringfügige Eintiefung der überlagernden Hangendserie-Schotter in den Quarzrestschotter zurückführen läßt. Es bestehen Anzeichen dafür, daß in diesem Bereich der Quarzrestschotter an seiner Obergrenze nicht eingekieselt wurde. Damit konnte in diesem Areal die Erosion vor der Schüttung der Hangendserieschotter angreifen. Die Verlängerung der Streichlinien nach Nordosten kann wenigstens in ihrem allgemeinen Verlauf aus der Abb. 13 in Wittmann (1955) entnommen werden.

Die Mehlsand-Obergrenze (Abb. 9b) zeigt einen anderen Verlauf; ihre Streichrichtungen wechseln so sprunghaft, daß man annehmen muß, daß das gesamte Mehlsandpaket in einzelne Blöcke zerteilt ist. Der Streichlinienverlauf an der Mehlsand-Obergrenze bildet k e i n altes Relief ab. Alle Höhenverlagerungen der Grenzfläche erfassen gleichsinnig auch den Aussüßungshorizont, der im Gesamtprofil rd. 20 m über der Mehlsand-Obergrenze liegt. Nachdem diese Grenzfläche gegenüber der Quarzrestschotter-Obergrenze etwas weiter im Osten zutage ausstreicht, ist auch der in Abb. 9b erfaßte Gebietsstreifen gegenüber dem der Abb. 9a etwas nach Südosten verschoben. Für die Zeichnung der Abb. 9b stand eine wesentlich größere Zahl von Bezugspunkten zur Verfügung; damit gibt Abb. 9b die wirkliche tektonische Endform an der Mehlsand-Obergrenze exakter wieder als die Abb. 9a (Quarzrestschotter-Obergrenze). Für die Bewertung der eingezeichneten Störungslinien ist einzufügen, daß sie nur vermerkt sind, wenn Störungen im Aufschluß in Erscheinung treten (s. später) oder wenn auf kürzeste horizontale Entfernung mindestens zwei übereinanderliegende Leithorizonte bzw. Grenzflächen ein für das Gebiet abnorm steiles Einfallen bei einfacher Verbindung der erfaßbaren Festpunkte zeigen würden. Gestrichelt gezeichnete Störungen ergeben sich aus der letzteren Situation; ihre Streichrichtung kann daher nicht genau festgelegt werden.

Die Quarzrestschotter-Obergrenze (Abb. 9a) verläuft, wenn auch in sehr verwaschener Form, ähnlich wie die Mehlsand-Obergrenze im groben gesehen. Von Norden her biegen die Quarzrestschotterstreichlinien aus der Nord-Süd-Richtung (vgl. Wittmann, 1955, Abb. 13) allmählich nach Westen um. An einer von Stubenberg aus nach Nordwesten vorspringenden Achse schwenken die Streichlinien nach Süden bzw. SSW um. Aus der harmonischen Linienführung könnte man auf eine äußerst schwache, aus dem tieferen Untergrund durchgepauste Auffaltung schließen. Die Faltenachse würde nach Nordwesten flach eintauchen.

Die Mehlsand-Obergrenze gibt einen genaueren Einblick in den Aufbau dieser unbedeutenden Struktur. Beinahe sprunghafte Änderungen der Streichrichtungen zeigen eine Zerblockung der Schichten, wobei an Störungen Versetzungsbeträge bis zu 20 m auftreten.

Die auf Abb. 9b in der Signatur mit ausgezogenen Linien dargestellten Störungen sind in Aufschlüssen angeschnitten und verdienen eine nähere Betrachtung. Abb. 10 zeigt einen Aufschluß in den Mehlsanden NW Ering a. Inn (r. ^{45} 83020, h. ^{53} 53470, 410 m NN). Die Schichtung streicht etwa N 110° E und fällt mit 15° nach NNE ein. Die kleinen Korngrößen in den Mehlsanden erlauben den Schluß, daß hier eine

ursprünglich horizontale Absatzschichtung vorliegt. Soweit ich die unmittelbare Umgebung des Aufschlusses betrachte, kann ich sagen, daß die Lage der Schichtflächen auch die Bankung des ganzen Gesteinspaketes ausdrückt. Von 14 Schrägsprüngen, die den Aufschluß durchziehen, sind in der Abb. 10 acht erfaßt. Sie verlaufen streng parallel, streichen um N 120° E und fallen unter 50° nach SW ein. Schichtungskonkordant eingeschaltete zentimeterdicke Mergellagen zeigen an den antithetischen Repetitionsverwerfungen (Cloos, 1928, S. 249) Versetzungen bis zu 50 cm. Die an den Verwerfungen deutlich werdende Zerrung kann auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden:

1. Die Repetitionsverwerfungen entstehen durch einfachen Talzuschub am Steilhang. Das würde bedeuten, daß die Verwerfungen sich nach unten hin allmählich der normalen Hangneigung anschmiegen müßten, um schließlich an der Talsohle auszustreichen. Dies würde weiter bedeuten, daß an den Klüften noch heute Bewegungen stattfinden können. Messungen, die sich über drei Jahre hinweg erstreckt haben, zeigten, daß dies nicht der Fall ist. Selbst in dem sehr niederschlagsreichen Jahr 1954 ließen sich an den Klüften keinerlei Bewegungen feststellen, an zahlreichen anderen Stellen des Arbeitsgebietes (z. B. bei Thalham, r. ^{45}76870, h. ^{53}49760, bei Roßbach, r. ^{45}80390, h. ^{52}51350, und bei Aich, r. ^{45}74730, h. ^{53}51460) hingegen gingen ausgedehnte Hangrutsche nieder. Über dem geschilderten Aufschluß lassen sich auch keinerlei Abrißkanten an der Grasnarbe erkennen. Eine Entstehung der Repetitionsverwerfungen durch jungen Hangrutsch kommt also wohl nicht in Frage.

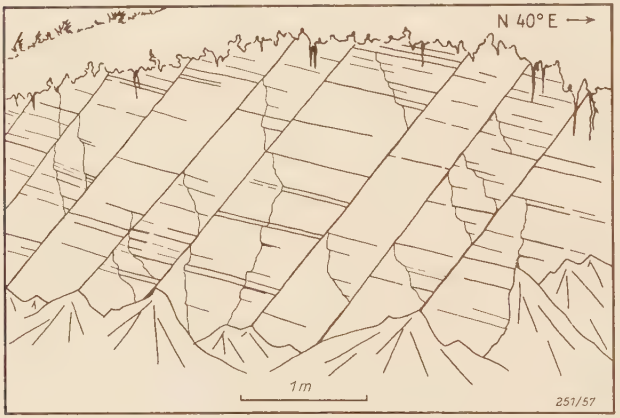


Abb. 10. Antithetische Repetitionsverwerfungen in den Mehlsanden NW Ering a. Inn.

2. Die zweite Möglichkeit für die Entstehung der Verwerfungen ergäbe sich aus dem Abgleiten der Mehlsandpartie an einer schrägen Gleitfläche in Richtung des Tales, wobei unter dieser Gleitfläche lockere Sande vorliegen könnten. Nach allen bisherigen Befunden gehen aber in diesem Bereich die Mehlsande fließend nach unten hin in Blättermergel der Oberen Meeresmolasse über, die bis zu 40 m Mächtigkeit erreichen. Außerdem ist die Neigung der Schichten in diesen Bereichen so gering, daß auch eine mehr oder weniger fossile Verrutschung nicht anzunehmen ist. Dieser Fall beinhaltet auch die Möglichkeit, daß die Rutschung etwa vor Ausfüllung des jungpleistozänen Tales erfolgt sein konnte (Unterspülung des Hangfußes). Die heutige Talfüllung würde danach ein Widerlager bilden, das junge Bewegungen an den Verwerfungen verhindert. Wie aus Seismik-Flachbohrungen hervorgeht, beträgt die Mächtigkeit dieser jungen Talfüllungen äußerstenfalls 8 m. Unterspülungen des Hangfußes können nicht angenommen werden, da das Tal, in dem der Aufschluß sich befindet, äußerst kurz ist und mit Sicherheit nie größere Wassermengen führte. Die Vorstellung eines fossilen Hangrutsches kann demnach wohl ebenfalls ausgeschaltet werden.
3. Als dritte Möglichkeit kann für die Entstehung der Klüfte echte Tektonik verantwortlich sein.

Um die in Abb. 10 dargestellte Aufschlußsituation in einen größeren Zusammenhang zu stellen, ist mit Abb. 11 ein Profil beigefügt, das zweifach überhöht ist. Eingezeichnet sind Unter- und Obergrenze der Mehlsande sowie der Aussüßungshorizont,

der ungefähr die Obergrenze der Glimmersande bildet. Im Profil kommen deutlich die asymmetrischen Talformen zum Ausdruck. Von Pettenau bis zum Profilknick fallen die Obergrenze der Mehlsande und der Aussüßungshorizont bei einfacher Verbindung der Bezugspunkte mit 10 ‰ ein. Vom Profilknick nach Norden bis Kaufreut steigen dieselben Bezugshorizonte mit 2,9 ‰ an. Würde das Profil geradlinig nach Nordosten fortgesetzt, wäre ein Anstieg von etwa 6,6 ‰ zu vermerken.

Im großen Kreis der Abb. 11 ist die Aufschlußsituation der Abb. 10 in derselben Verzerrung dargestellt, wie sie durch die Überhöhung entsteht. Im Aufschluß selbst kann bestenfalls ein Gesamtversetzungsbetrag von etwa 1,5 Meter abgelesen werden. Es ist jedoch anzunehmen, daß sich der Versatz auf noch mehr Bewegungsflächen verteilt, als im Aufschluß angeschnitten sind. Das würde bedeuten, daß das Einfallen von 10 ‰ im Profil noch zu niedrig erscheint. Zumindest bei dem asymmetrischen Tal in der Mitte des Profiles kann angenommen werden, daß die Asymmetrie an das Einfallen der Schichten gebunden ist. Im asymmetrischen Tal an der rechten Seite des Profils scheint gerade das Entgegengesetzte der Fall zu sein. Bei einem Abgleiten der Entwässerungsrinne auf den schrägen Schichtflächen müßte der Steilhang nach Norden zu gewandt sein, der flache Hang nach Süden. Die allgemeine Richtung der beiden angeschnittenen Täler ist gleich und bewegt sich um N 120° E. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß die im Aufschluß angeschnittenen Repetitionsverwerfungen nur ein Ausschnitt aus einer größeren Kluftschar sind, die auch noch weiter nach Norden Parallelverwerfungen aufweist. Das würde bedeuten, daß eine einfache Verbindung der Festpunkte zwischen Profilknick und Kaufreut nicht vorgenommen werden darf, sondern daß es sich hier um einen gestaffelten Anstieg der Bezugshorizonte handelt. Dies würde zumindest erklären, warum die beiden Täler gleiche Richtung haben und beide gleichsinnig asymmetrisch geformt sind. Die Deutungen der asymmetrischen Talformen, wie sie Poser & Müller (1951) für den Bereich von Landshut gegeben haben, möchte ich deswegen nicht auf unser Gebiet übertragen, weil die Regelungen in den Streichrichtungen der Täler nicht berücksichtigt wurden. Gerade in unserem Bereich verlaufen die Täler so geradlinig und in gleicher Richtung, daß mich eine tektonische Erklärung für die Anlage der Täler mehr befriedigt.

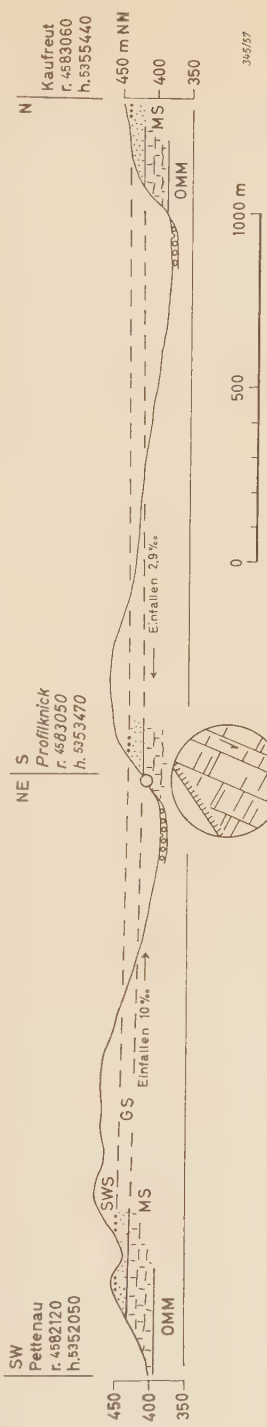


Abb. 11. Zwei asymmetrische Täler bei Ering a. Inn und ihre Beziehungen zum geologischen Aufbau (OMM = Obere Meeresmolasse, MS = Mehlsande, GS = Glimmersande, SWS = Schillsande und Limnische Süßwasserschichten).

Ähnliche Repetitionsverwerfungen wie eben dargestellt finden sich in den Äquivalenten der Uniosande NNW Stubenberg (r. 45 79300, h. 53 54000, 440 m NN). Der Aufschluß wurde schon von Kraus (1938, Fig. 8) beschrieben. Die antithetischen Repetitionsverwerfungen streichen hier um N 65° E und fallen mit 40—50° nach NNW ein. An den Bewegungsflächen sind deutliche Schleppungen wahrnehmbar. Wenn überhaupt an der echt tektonischen Natur der Verwerfungen NW Ering noch Zweifel bestehen, so erscheint dies hier ausgeschlossen. Die Verwerfungen streichen nicht hangparallel, sondern durchsetzen den Hang spitzwinkelig zum Streichen des Geländeabfalls. Die Schichtung streicht um N 25° E und fällt mit 20° nach Osten ein; gleichzeitig aber steigen die Grenzflächen der einzelnen Horizonte nach Osten hin an. Die im Aufschluß an den Schichtflächen erkennbare Kippbewegung verläuft also gegensinnig der allgemeinen Kippung der Horizonte. Der kräftige Anstieg der Schichten nach Osten, besonders stark an der Verlängerung der Störung im Profil nach oben hin, läßt sich noch an der Quarzrestschotter-Obergrenze deutlich feststellen. Eine Verlängerung der im Aufschluß sichtbaren Störungen in streichender Richtung nach Nordosten weist in das Gebiet von Münchham, wo ein linienhafter steiler Abfall der Mehlsand-Obergrenze und des Aussüßungshorizontes eine Störung gleicher Richtung andeuten. Im eben geschilderten Fall kann also ein einfacher Talzuschub, der zur Ausbildung von Zerrungsformen führt, ausgeschieden werden. Verstellungen, die sich noch sehr verwaschen an der Obergrenze des Quarzrestschotters äußern, deuten darauf hin, daß die Klüfte nach der Ablagerung des Quarzrestschotters entstanden sind.

Gegenüber einem in seinen Einzelformen nicht überblickbaren Gesamtgebiet möchte ich einzelnen Aufschlüssen keine übermäßige Bedeutung beimessen. Es kann aber doch gesagt werden, daß sich in den geschilderten Aufschlüssen eine tektonische Beanspruchung widerspiegelt, eine Z e r r u n g.

Bei der Auswertung der Einzelbefunde und bei ihrem Vergleich mit den Streichlinien-Darstellungen der Abb. 9 ergibt sich folgendes: die Quarzrestschotter-Obergrenze zeigt eine sehr flache Verbiegung mit umlaufenden Streichen an. An der Mehlsand-Obergrenze sind diese Streichrichtungen generell ebenfalls vorhanden. Im Gegensatz zu Abb. 9a kommen aber hier leichte Kippungen und geringe Versetzungen einzelner Kleinschollen gegeneinander zum Ausdruck. Es ist anzunehmen, daß beide Grenzflächen ihre Verformung einem e i n z i g e n tektonischen Vorgang verdanken. An der kleinen Scholle zwischen den beiden Störungen nördlich Simbach a. Inn sind antithetische Versetzungen als Abbild einer jungen Zerrung sehr wahrscheinlich. Die Aufschlußbefunde unterstützen diese Ansicht, zeigen sie doch deutlich antithetische Bewegungen, wenn auch mit geringen Versetzungsbeträgen. Ein Faltenbau in dem von Kraus (1938, Abb. 11) angenommenen Ausmaß, wie er von ihm bei Pettenau angenommen wird, läßt sich auf keinen Fall vertreten. Statt einer räumlichen Einengung kommt vielmehr in Aufschlüssen und zum Teil auch in der Streichliniendarstellung (Abb. 9b) eine Zerrung zum Ausdruck.

Die jüngsten tektonischen Bewegungen im Gebiet um Simbach a. Inn führen zu einer B r u c h b i l d u n g und zu S c h o l l e n k i p p u n g e n kleinen Ausmaßes. Das geringe Ausmaß der Bewegungen an Störungen dürfte darauf hinweisen, daß es sich um Sekundärsprünge oder Tertiärsprünge handelt, die an größere Bewegungen gebunden sind. Diese größeren Bewegungen könnten gleichzeitig angelegt sein. Das Wahrscheinlichste jedoch ist, daß die beschriebenen geringfügigen Versetzungen an posthume Bewegungen an größeren Strukturelementen geknüpft sind. Es ist nicht ausgeschlossen, daß sich solch winzige Teilbewegungen im Arbeitsgebiet in noch stärkerem Maße finden, als es hier dargestellt werden konnte.

V. Die posthelvetische Tektonik im Raum zwischen Vilstal und unterer Salzach

A. Formen der Kleintektonik

Verständlicherweise sind Aufschlüsse, in denen Störungen angeschnitten sind, sehr selten, und ihre Zahl sagt nichts aus über die wirkliche Anzahl von Störungen, die das Gebiet durchsetzen.

Ausgehend von den Befunden auf Bl. Simbach, achtete ich im größeren Raum zwischen Vilstal und der unteren Salzach in einzelnen Aufschlüssen besonders auf Anzeichen lokaler Zerrungstektonik. Verwerfungen wurden bereits von Reis (1918, 1919) aus einem Weißerdeabbau am Seidenberg W Malgersdorf beschrieben; die Zerrungsklüfte streichen dort zwischen N 100° E und N 120° E. In einem einzigen Falle konnte Reis ein Streichen von N 145° E messen. Die Verwerfungen fallen steil (50—65°) nach NNE und SSW ein. Aus den Profilen geht deutlich hervor, daß Versetzungen bis zu 4 m das Ergebnis einer eindeutigen Zerrung sind.

Ein Aufschluß östlich Gopping bei Aidenbach (r. ^{45} 79900, h. ^{53} 79560, 360 m NN) schneidet die obersten Glimmersande, den Aussüßungshorizont und die untersten Schillsande an (Wittmann, 1955, Abb. 5; Wolf, 1956, Abb. 13). Die sechs den Aufschluß durchziehenden Hauptbewegungsflächen streichen etwa N 120° E und fallen unter 40° nach SSW ein. Das Schichtfallen beläuft sich auf durchschnittlich 30° NNE. Bei einer Aufschlußbreite von etwa 15 m läßt sich ein Zerrungsbetrag von über 3 m ablesen. Die einzelnen Schollen sind um ihren Schwerpunkt gekippt (Cloos, 1928, S. 249), so daß im gesamten gesehen nur eine sehr geringe Absenkung des gesamten Horizontes nach SSW herauskommt.

Der Aufschluß liegt auf einer flachen Geländekuppe, etwa 10 m über der Sohle eines weitgespannten Tales mit sehr flachen Hängen. Es ist kein entsprechendes Relief vorhanden, das auf eine Entstehung der Klüfte durch Talzuschub hinweisen könnte. Weiterhin fällt auf, daß die Richtung der Repetitionsverwerfungen sowohl mit den Angaben von Reis als auch mit der Richtung des Aufschlusses NW Ering übereinstimmt (N 120° E).

Steilere Richtungen im Streichen der Verwerfungen zeigen sich im Aufschluß Unter-Plaika bei Triftern (r. ^{45} 75600, h. ^{53} 63740, 390 m NN). Dort sind nach Wittmann (1955, Abb. 6) Schillsande und darüberliegende Uniosande angeschnitten. Eine Unzahl von Schrägsprüngen von ungefähr nordsüdlicher Streichrichtung durchzieht die Aufschlußwand. Die Repetitionsverwerfungen fallen durchschnittlich unter 70° nach Osten ein und formen eine antithetische Verwerfungstreppe mit Versetzungen bis zu 50 cm an den Bewegungsflächen. Die zahlreichen in den Uniosanden enthaltenen Mergelbänke streichen im allgemeinen um N 60° E und fallen mit etwa 10—15° nach SSE ein. Y-Gräben im Dezimeterbereich, wie sie Lotze (1931, Abb. 2 und 3) nach ihrer Grundform aus der Uslarer Tongrube beschreibt, finden sich nicht selten. Der Gesamtversetzungsbetrag an den Störungen beläuft sich auf mehr als 5 m, die Absenkung des gesamten Horizontes dagegen ist äußerst gering. Es kann mit Sicherheit angenommen werden, daß es sich in diesem Aufschluß um Zerrungstektonik in Kleinformat handelt.

Wie mir Herr Dr. Grimm freundlicherweise mitteilte, konnte auch er bei Kartierungsarbeiten im Gebiet südwestlich Triftern antithetische Verwerfungstreppen in einem Aufschluß innerhalb der Basissande des Quarzrestschotters beobachten.

Brüche nordsüdlicher Streichrichtung finden schon in Neumaier & Wieseneder (1939, S. 204—205) Erwähnung. Gemessen wurden bei Kirchberg (Bl. Birnbach) N 0° E

(Einfallen 65° W), bei Winckel NS-Streichrichtung bei einem Einfallen von 60° gegen Westen. Zusätzlich tritt bei Kirchberg noch die Richtung N 80° E auf, wobei die Klüfte mit 50° gegen Westen eintauchen. Kluftmessungen bei Zehentwiesen, Udlberg und Riegelsberg ergaben Streichrichtungen zwischen N 10° E und N 30° E, wobei die Verwerfungen mit 50—60° nach Westen einfallen. Die teilweise angegebenen Schichtungswerte sprechen dafür, daß auch hier antithetische Repetitionsverwerfungen vorliegen.

Wie mir erst jüngst durch frdl. mündl. Mitt. bekanntgeworden, konnten meine Kollegen, die Herren H. Batsche und E. Schauerte, im Bereich des Vilstales mehrfach Zerrungsgräben in Aufschlüssen beobachten. Versetzungen an Klüften bis zu 1 m sind festzustellen, vor allem in Sedimenten der Hangendserie bei Holzhausen (Bl. Landau, r. 45 48760, h. 53 87100) und in Mergeln und Sanden der Limnischen Süßwasserschichten bei Pörndorf (Bl. Haidenburg, r. 45 74170, h. 53 84020). Nach Angaben der beiden Herren ist das Relief an beiden Lokalitäten so gering, daß eine Erklärung der Klüfte und Zerrungsgräben durch pseudotektonische Ursachen ausscheidet. Die Zerrungsklüfte fallen durchweg steil ein (bis 70°). Leider ließ sich die Streichrichtung der Klüfte nicht bestimmen.

Zweifellos ist die Anzahl der Belege für lokale Zerrungen gering, wenn man die Größe des gesamten Gebietes in Rechnung stellt. Immerhin läßt sich sagen, daß über das ganze Gebiet verstreut immer wieder Anzeichen lokaler Zerrungstektonik aufgeschlossen sind. In den meisten Einzelfällen ist bei der Bewegung an den Klüften die Horizontalkomponente (Zerrung) stärker entwickelt als die Vertikalkomponente (vertikale Versetzung). Erhebliche Höhenverlagerungen der gesamten Gesteinsschichten sind also nicht zu erwarten (Cloos, 1928, S. 249). Immerhin läßt sich an der Verwerfungstreppe NW Stubenberg durch Höhenvergleiche an Leithorizonten ein Versatz des ganzen Horizontes um nahezu 10 m feststellen (s. Profilserie, Tafel 13, Profil III), wobei zu berücksichtigen ist, daß im Aufschluß selbst wahrscheinlich nur ein Teil der Bewegungsflächen angeschnitten ist, die den Gesamtversatz aufnehmen.

B. Tektonische Linien zwischen Rott und Inn

Eine Zusammenstellung der bisher durch Oberflächenbeobachtung festgestellten Störungslinien gibt für den Bereich zwischen Rott und Inn die Abb. 12. Soweit die Störungen im Aufschluß belegt sind (s. Signatur), wurden sie bereits im letzten Abschnitt beschrieben.

Die kleinen Störungen bei Simbach a. Inn, die etwa NNW—SSE streichen, sind in Abb. 9b näher bezeichnet. Sie weisen Versetzungsbeträge von rd. 20 bzw. 10 m auf. Ihr Verlauf nach SSE zu kann nicht als gesichert gelten. Argumente, die im Abschnitt VI näher erläutert werden sollen, sprechen jedoch für eine Fortsetzung der Störungen nach Oberösterreich hinein und für eine Zunahme des Versetzungsbetrages in dieser Richtung.

Die Störungen bei Prienbach und Münchham bringen Versetzungen um etwa 10 m mit sich. Im Gebiet südlich Pfarrkirchen ist entlang dem Grasenseer Bach eine Störung zu erkennen, auf die schon Wittmann (1955, S. 59) hingewiesen hat. Die Störung streicht ungefähr NE—SW und senkt die Tiefscholle im Westen um 15 m ab. Dieser Absenkungsbetrag läßt sich sowohl an der Basis des Quarzrestschotters als auch an dessen eingekieselter Obergrenze ablesen. Die Verlängerung dieser Störungslinie in streichender Richtung nach NE führt in das Gebiet W Brombach, wo nach Zöbelein (1940, S. 298) brackische Sande (im Westen) neben marinen Sedimenten (im Osten) liegen.

Die in Abb. 12 von Perach a. Inn nach Überackern an der Salzach durchgezogene Störung stellt eine Verlängerung des Landshuter Abbruches dar (vgl. Übersichtskarte der Südd. Molasse, 1:300 000, und HEERMANN, 1954, Fig. 1). Ein Begründung für die Annahme, daß dieser Abbruch in diesem Bereich die jüngsten Sedimente des Miozän durchsetzt, soll im Abschnitt VI gegeben werden.

Es versteht sich, daß in Abb. 12 Störungen unterschiedlichen Alters und verschiedener Bewegungsintensität ohne weitere Unterscheidung nebeneinandergestellt sind. Dominierend ist die Richtung NW—SE (um N 120° E), die in den kleineren Störungen des Arbeitsgebietes ebenso hervortritt wie am Landshuter Abbruch. In der Aufschlußtektonik findet sich diese Richtung noch bei Gopping und W Malgersdorf (vgl. A). Größere Störungen gleicher Richtung sind im größeren Bereich des östlichen bayrischen und oberösterreichischen Molassebeckens und des moldanubischen Kristallins der Bayrische Pfahl, der Donau-Randabbruch und der Abbruch von Mittich (vgl. HEERMANN,

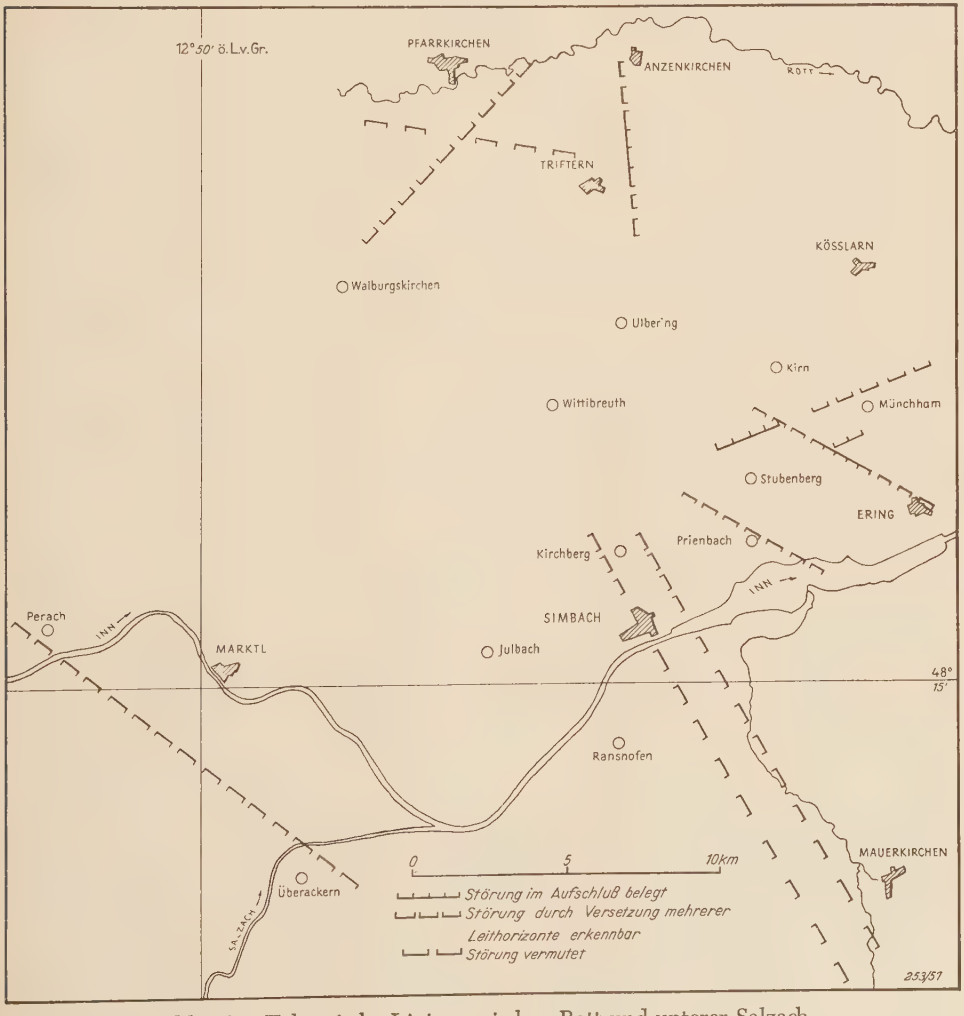


Abb. 12. Tektonische Linien zwischen Rott und unterer Salzach.

1954, Fig. 1), der Leoprechtinger Abbruch (Grill, 1950, S. 4, Taf. I) und die Rieder Bruchzone (Bürgl, 1949).

Ob die beiden Störungen bei Simbach a. Inn, deren Streichrichtung nicht exakt feststeht, hinsichtlich ihrer Richtung noch in den normalen Streuungsbereich der NW—SE-Richtung fallen, kann ich hier nicht entscheiden. Immerhin treten steilherzynische Richtungen nördlich der Rott an der Wolfachlinie (Kraus, 1915, S. 152) und im südlichen Hausruck auf (Bürgl, 1946, Abb. 1).

Die im Gebiet zwischen Inn und Rott S Pfarrkirchen sowie bei Stubenberg und Münchham auftretende Kluftrichtung NE—SW (N 40° E bis N 65° E) läßt sich etwas schwerer mit den Streichrichtungen größerer Strukturelemente vergleichen. Bis jetzt sind mir als Störungen gleicher Richtung nur die Hausruck-Südrand-Störungen bekanntgeworden (Bürgl, 1946, Abb. 1), an denen nach obigem Bearbeiter die Bewegungen antithetisch verlaufen. Es erscheint mir möglich, daß die NE—SW-Richtung zwischen Hausruck und dem Inntal in kleineren Teilbewegungen noch mehrfach vertreten ist. Die extreme Hochlage der Mehlsande bei Henhart (Wittmann, 1955, Tafel I und II) gegenüber vergleichbaren Höhenlagen der Mehlsande am Inntalrand bei Ering und Simbach könnte auf eine NE—SW gerichtete Inntalrandstörung hinweisen. Möglicherweise stehen die zahlreichen Gasbrunnen damit in Verbindung, die sich im ganzen Inntal zwischen der Salzachmündung und Schärding finden (Münichsdorfer, 1911, Übersichtskarte: Verbreitung der Gas- und Schwefelwasser im unteren Inngebiet).

Die in der Kleintektonik vereinzelt erkennbare Richtung um NS kann bis jetzt nicht mit größeren Störungszonen verglichen werden.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Die in der Kleintektonik hervortretenden Richtungen — vor allem die Richtung N 120° E — stimmen nach ihrem Streichen mit den Richtungen größerer Strukturelemente überein. Die in einzelnen Aufschlüssen erkennbare tektonische Tendenz einer horizontalen Zerrung kommt auch in der Großtektonik zum Ausdruck, z. B. am Landshuter Abbruch (Heermann, 1954, Fig. 3) und an den Hausruck-Südrandstörungen (Bürgl, 1946, Abb. 2). Ich halte diese Übereinstimmung nicht für zufällig, sondern nehme an, daß die Kleintektonik mit posthumen Bewegungen an größeren Strukturelementen verbunden ist. Damit kann nach Lotze (1931, S. 367—368) das Gebiet zwischen Rott und Inn als ein Raum reiner tektonischer Zerrung angesehen werden.

C. Die Rottschwelle

In den über Tage anstehenden Sedimenten an der unteren Rott fällt eine Herauswölbung auf, die von Gundlach & Teichmüller (1936) erstmals erfaßt und als Rottschwelle bezeichnet wurde. Seither haben alle einschlägigen Arbeiten diese Struktur besprochen, z. T. auch ihre Entstehung gedeutet.

Streichliniendarstellungen der Rottschwelle finden sich bei Wurm (1937, Textbeilagen 2 und 3), Grimm (1953, Abb. 16) und Wittmann (1955, Abb. 10 mit 13).

Die Darstellungen von Wurm geben eine EW streichende Aufwölbung, die an der Quarzrestschotter-Obergrenze (Grenzfläche Grobschotter—Höhere Sand-Mergel-Formation) und an der Quarzrestschotterbasis (Grenzfläche Süßwassermergel—Hangende Grobschotter) erkennbar ist. Die Achse der Aufwölbung taucht flach nach Westen ein; knapp westlich Pfarrkirchen sinken an den Abhängen des Rottales die Bezugsflächen unter das Talniveau ab.

Eine detailliertere Streichliniendarstellung der Rottschwelle gibt Grimm (1953, Abb. 16). Er erfaßte an zahlreichen Stellen zusätzliche Fixpunkte für die Höhenlage

der Obergrenze des Quarzrestschotters und konnte so die Form der Struktur schärfer herausarbeiten.

Südlich der Rott fällt die Obergrenze des Quarzrestschotters nach NW ein. Im unmittelbaren Gebiet des Rottales verlaufen die Streichlinien von SE nach NW und deuten ein SW-, örtlich sogar ein S-Fallen der Grenzfläche an. Dieser Gebietsstreifen mit SW-Fallen ist gegen den südlichen Bereich mit relativ scharfem Knick der Streichlinien abgesetzt. Nördlich des unmittelbaren Flußgebietes der Rott zeigt die Grenzfläche wieder einheitliches nordwestliches Einfallen.

Wittmann (1955, Abb. 10 mit 13) hält vier übereinanderliegende Bezugsflächen in den Darstellungen fest: Basis der SBM, Obergrenze der Mehlsande, Obergrenze der SBM und Obergrenze des Quarzrestschotters. Alle vier Bezugsflächen fallen nördlich der Rott flach nach NW ein. Zwischen Rott und Inn ist das Einfallen der Bezugsflächen nicht einheitlich. Die Basis der SBM fällt im Gebiet zwischen Ering a. Inn und dem Rottal bei Birnbach—Pfarrkirchen nach WSW ein. Bei Ering a. Inn biegen die Streichlinien nach SW um und deuten in diesem Bereich Nordwest-Fallen des Bezugsniveaus an. An der Obergrenze der Mehlsande setzt dieses Nordwest-Fallen bereits knapp südlich Kößlarn ein, ein Zeichen für die starke Mächtigkeitszunahme der Mehlsande von Kößlarn nach Süden. Die Obergrenze der SBM taucht südlich einer Linie von Kößlarn über Triftern nach Pfarrkirchen gleichsinnig mit der Obergrenze des Quarzrestschotters nach Nordwesten ab.

Wittmann (1955, S. 59) führt diese allmähliche Drehung der Einfallsrichtung vom Liegenden zum Hangenden auf Mächtigkeitsunterschiede in den Mehlsanden, den Süßwasserschichten und im Quarzrestschotter zurück. So keilen z. B. die Mehlsande im Raum zwischen Pfarrkirchen und Birnbach örtlich völlig aus, während sie bei Ering Mächtigkeiten bis zu 45 m erreichen.

Eine Deutung des Aufbaues dieser nach Westen abtauchenden Hochlage an der Rott ist schwierig. Kraus (1938, Abb. 9 und 17) und Grimm (1953, Abb. 16) nehmen eine sattelartige Auffaltung an. Andere Autoren sprechen von einer Aufwölbung an diesem Bereich, ohne eine Deutung des inneren Aufbaues dieser Struktur geben zu können.

Schon bei der Betrachtung der Abb. 9a und b dieser Arbeit wird deutlich, wie weit die Aussagemöglichkeit einer Streichliniendarstellung von der Zahl und Verteilung der erfaßten Bezugspunkte über das ganze bearbeitete Gebiet hinweg abhängig ist. Großräumige Darstellungen erfassen oft kilometerweit voneinander entfernte Festpunkte, verbinden sie und vernachlässigen so alle sekundären Höhenverlagerungen der entsprechenden Grenzfläche, die zwischen diesen beiden Festpunkten möglich sind. Dies ist auch bei der Betrachtung aller Streichliniendarstellungen der Rottschwelle zu berücksichtigen, die nicht unbedingt eine harmonisch geformte Aufwölbung wiedergeben. Vielmehr sind in den Darstellungen die Streichrichtungen der einzelnen Bezugshorizonte ausgeglättet und zeigen das Einfallen der Bezugsflächen nur in groben Zügen. Im unmittelbaren Bereich der Rott, also auf dem Scheitel der Rottschwelle, fehlen die Bezugspunkte, bedingt durch die junge Eintiefung des Flusses. Bei Pfarrkirchen beträgt die Distanz, die am Rottlauf in der Streichliniendarstellung mehr oder weniger willkürlich überbrückt wird, etwa 1,5 km. Nach Osten zu wächst die NS-Breite dieses nicht erfaßbaren Gebietsstreifens an. Bei Birnbach beträgt der NS-Abstand der erfaßbaren Fixpunkte an der Quarzrestschotter-Obergrenze bereits rd. 6 km. In der Streichliniendarstellung wird auch diese Entfernung willkürlich überbrückt. Höhenverlagerungen, die in diesem Bereich vorhanden sein könnten, werden damit völlig außer acht gelassen. Wie schon bei der Besprechung der Abb. 9 gesagt, können auch bei geringerem Abstand der Bezugspunkte Teilbewegungen nivelliert werden. In um so größerem

Maße muß dies bei den Streichliniendarstellungen der Rottschwelle angenommen werden.

Ein später nicht mehr überprägter, zeitlich definierter tektonischer Vorgang muß an der Grenzfläche in seinem ganzen Ausmaß am genauesten zu erfassen sein, die zeitlich der Deformation am nächsten liegt. Alle genannten Autoren sind sich darüber einig, daß die endgültige Herauswölbung der Rottschwelle in die Zeit zwischen der Einkieselung des Quarzrestschotters und der Ablagerung des Südlichen Vollschotters und der Hangendserie fällt. Damit wird mir also die Streichliniendarstellung der Quarzrestschotter-Obergrenze die genaueste Auskunft über die Art der Bewegungen geben, die zur endgültigen Herausbildung der Rottschwelle führten. Berücksichtige ich, daß ein Streifen unterschiedlicher Breite im Gebiet der Rott nicht durch Bezugspunkte erfaßbar ist, so erhalte ich aus den nur vorhandenen Bezugspunkten ein Streichlinienbild (Grimm, 1953, Abb. 16), das zwei nach Nordwesten einfallende Flächen zeigt, die durch den nicht erfaßbaren Gebietsstreifen getrennt sind. Hebe ich im Gedankenexperiment die Grenzfläche südlich der Rott um 40 m an, so können die Streichlinien in gerader Südwest-Nordost-Richtung durchgezogen werden. Es entsteht eine einzige nach Nordwesten einfallende Fläche, die der Obergrenze des flächenhaft geschütteten Quarzrestschotters nach ihrer Lage vor der jüngsten Dislokation entspricht. An der Quarzrestschotter-Obergrenze ist also nicht eine faltenartige Aufwölbung ablesbar, sondern eine schwache Nordwestkippung der Grenzfläche und eine gleichzeitige oder kurz darauf folgende antithetische Versetzung an einem bis jetzt nicht bekanntgewordenen Abbruch (? Abbruchzone), der ungefähr aus dem Gebiet zwischen Kößlarn und der Rott vorbei an Triftern in die Gegend nach südlich Pfarrkirchen streicht (s. Abb. 12).

Bestärkt sehe ich mich in dieser Deutung dadurch, daß sowohl in der Streichliniendarstellung von Grimm (1953, Abb. 16) als auch von Wittmann (1955, Abb. 13) die Konturen der Rottschwelle nach Westen zu schärfer werden. Der Scheitel der Rottschwelle tritt hier im Streichlinienbild als relativ scharfer Grat hervor (westlich Pfarrkirchen). In diesen Bereichen ist auch der Abstand der Bezugspunkte an den beiden Talflanken der Rott am geringsten.

Der postulierte Abbruch südlich Pfarrkirchen braucht durchaus nicht als eine einzige Bewegungsbahn in Erscheinung zu treten. Wie die Verwerfungstreppen in den geschilderten Aufschlüssen (siehe A) zeigen, können Versetzungen in unserem Bereich an zahlreichen Bewegungsbahnen auftreten, so daß schließlich bei Vergleichen der Höhenlage einzelner Leithorizonte in einer eng begrenzten Zone ein Gesamtversetzungsbetrag als Summierung der Teilbewegungen ersichtlich wird. Es entsteht damit an Stelle einer einzigen Verwerfungsfläche eine regelrechte Verwerfungszone. Dies könnte auch die Zwischenwerte der Höhenlage tieferer Bezugshorizonte erklären, die bei Wittmann (1955, Abb. 10 mit 13) in Erscheinung treten.

Kurz zusammengefaßt muß die Rottschwelle nach kleintektonischen Befunden und regionaltektonischen Überlegungen als der Effekt einer geringfügigen Kippung der Schichten und deren Versetzung an einer Störungszone gedeutet werden. Wahrscheinlich wird es sich auch hier um posthume Bewegungen an einer älter angelegten Störungszone handeln, die sich in den höchsten Schichten antithetisch äußert. Nachdem in diesem Teil des Molassetroges durch Bohrungen eine erhebliche Zunahme der Mächtigkeit der Molassesedimente von Norden nach Süden nachgewiesen ist, darf angenommen werden, daß die postulierte Störung in tiefen Horizonten als einfache Abschiebung nach Süden zu in Erscheinung tritt. Die leichte Nordwestkippung ist nur in den jüngsten Schichten deutlicher erkennbar, während die tieferen Schichten noch nach dem Beckeninneren zu einfallen (Heermann, 1954, Fig. 1).

VI. Paläogeographie und Tektonik

A. Helvet

Die ältesten bei Simbach a. Inn anstehenden Sedimente der OMM gehören wahrscheinlich noch dem mittleren Helvet an. Sie unterlagern die SBM, deren untere drei Einheiten (Mehlsande, Glimmersande, Schillsande) den Oncophoraschichten angehören. Die marinen Ablagerungen zeigen um Simbach im wesentlichen mergelige Entwicklung. Nach Norden zu, bis zum Rottal, bilden in immer zunehmendem Maße feinsandige, z. T. sogar grobsandige Äquivalente die Unterlagerung der Oncophoraschichten (Neumaier & Wieseneder, 1939, S. 194; Zöbelein, 1940, S. 242). Eine Faziesdifferenzierung in Richtung zur nördlichen Küste am Kristallinrand ist unverkennbar.

Die Oncophoraschichten des Oberen Helvet überlagern im Gebiet zwischen Vils und Inn die nicht einheitlichen Sedimente des Mittleren Helvet ohne stärkere Diskordanz in einer auf weite Erstreckung hin völlig gleichförmigen Entwicklung. Ausgeprägte Mächtigkeitsunterschiede treten nur in den Mehlsanden auf, die ein noch im Mittleren Helvet vorhandenes flaches Relief einebnen. Die Mächtigkeit der Glimmersande beträgt vom Inntal bis zum Vilstal rd. 20 m. Durchgreifende laterale Faziesdifferenzierungen sind auch in den Glimmersanden nicht zu erkennen. Damit ist angedeutet, daß das Becken in diesem Bereich endgültig eingeebnet und verflacht ist. Verstärkter Küsteneinfluß macht sich in den obersten Glimmersanden durch Gerölleinstreuungen bemerkbar. Im Simbacher Gebiet, bei Pettenau, stößt von einer im Südosten oder Osten zu suchenden Küste eine Schotterzunge in das Glimmersandbecken vor, die an ihrer äußersten Spitze noch Schottermächtigkeit bis zu 2,5 m zeigt. Das Material ist alpinen Ursprungs. Diese Andeutungen terrestrischer Sedimentation betonen noch erste Verlandungserscheinungen, die zur Bildung des Aussüßungshorizontes führten. Ein Vorstoß sehr schwach gesalzenen Wassers führt aber wieder zur Ablagerung der Schillsande, die mit Mächtigkeiten zwischen 10 und 15 m im ganzen Gebiet zwischen Inn und Vils (Nord-Süd-Erstreckung 45 km) den Aussüßungshorizont überdecken (Wittmann, 1955, S. 44—45). Auch diese geringe, aber konstant bleibende Mächtigkeit weist darauf hin, daß keinerlei bedeutende Teilsenken im ausklingenden Helvetmeer mehr erhalten sind.

Es ist nach bisherigen Befunden anzunehmen, daß die einzelnen Glieder der Oncophoraschichten mit ihrer flächenhaft gleichen faziellen und faunistischen Entwicklung im Gebiet zwischen Inn und Vils jeweils an allen Punkten gleichzeitig gebildet wurden. Seitliche Verzahnungen der einzelnen Fazies sind nicht vorhanden.

B. Torton

Ohne erkennbare Diskordanz legen sich über die Schillsande Süßwasserablagerungen; nach ihrer eintönigen Folge von Feinsanden und Mergeln handelt es sich um Stillwassersedimente. Im Gebiet um Simbach a. Inn bilden Limnische Süßwasserschichten die Unterlagerung des Quarzrestschotters. Nördlich der Rott lagern sich diskordant an die limnischen Bildungen kleinkörnige Süßwasserkiese an (Zöbelein, 1940, S. 253—255), die nach Batsche (1957, Abb. 7) aller Wahrscheinlichkeit nach von den limnischen Bildungen durch eine geringfügige Schichtlücke getrennt sind. Diese Schotter bilden den ersten Vorläufer der später flächenhaft erfolgenden Grobschotterschüttung der Oberen Süßwassermolasse, wenn man nicht schon die Schotterlieferung in den Glimmersanden als einen solchen ersten Vorstoß werten will.

Tektonische Bewegungen, die die Sedimente des Helvet und auch schon des Torton versetzen, sind an der Grenzfläche der Süßbrackwassermolasse gegen die Obere Süßwassermolasse zu erkennen. Hier fällt vor allem die völlige Abtragung der Süßwasserschichten am Steinkart bei Griesbach auf (Neumaier & Wieseneder, 1939, S. 248), wo der Quarzrestschotter brackischen Oncophoraschichten aufliegt. Im Gebiet um Simbach a. Inn und auch noch bei Kößlarn erreichen die Süßwasserschichten Mächtigkeiten (reduziert ?) bis zu 60 m. Wenn Neumaier & Wieseneder (1939, S. 249) bei der Bearbeitung der Kartenblätter Birnbach und Griesbach feststellen können, daß die marinen Schichten in diesen Bereichen unter steilerem Winkel nach Nordwesten einfallen als etwa die Quarzrestschotter-Obergrenze, so sehe ich darin eine erste Nordwestkippung dieses Bereiches ausgedrückt, die in der Zeit vor Ablagerung des Quarzrestschotters erfolgte. Hand in Hand mit dieser Nordwestkippung geht die Abtragung der Süßwasserschichten. Diese Ansicht scheint mir durch die Verbreitung der fluviatilen Entwicklung der Süßwasserschichten (Süßwasserkiese) wenn nicht belegt, so doch gestützt zu werden. Süßwasserschotter finden sich nördlich der Rott nur etwa westlich einer Linie, die von der Nordwestecke des Positionsblattes Triftern 624 zur Nordostecke des Positionsblattes Aidenbach 566 reicht (Wolf, 1956). Östlich dieser Linie fehlen Süßwasserschichten entweder überhaupt, oder es herrscht zumindest ihre limnische Ausbildung vor (Zöbelein, 1940, S. 253). Es ist nicht erwiesen, ob östlich der angegebenen Linie in höherem stratigraphischem Niveau jemals Süßwasserkiese abgelagert wurden. Zumindest auf den Kartenblättern Pfarrkirchen 595 (Zöbelein, 1940, S. 253) und Aidenbach 566 liegen östlich dieser Linie limnische Bildungen. Es kann also angenommen werden, daß die Linie Pfarrkirchen—Aidenbach möglicherweise die ungefähre Ostgrenze eines Gerinnes darstellt, das die Süßwasserkiese aufgenommen hat. In diesem Falle wäre im Gebiet von Griesbach bereits eine Hochlage angedeutet, die die Schotterschüttung nach Nordwesten abdrängt.

Eine ähnliche Hochlage in der Zeit vor der Schüttung des Quarzrestschotters ist auch im Gebiet des Hausruck zu erkennen. Dort liegen nach Becker (1950/51, Bericht 1949, S. 47) zwischen erodierten Helvetschlier und der Kohlentonserie „weißlich helle, kleinkiesige Quarzsandanhäufungen", die örtlich in Schotterlagen übergehen. Im selben Horizont konnte Becker (1950/51, S. 47) „Quarzitblöcke und Quarzitsandsteinblöcke", wie sie auch im nördlichen Hausdruck vorkommen, feststellen. Die erwähnte Kohlentonserie ist nach Thenius (1950/51, S. 57) bereits unterpliozänen Alters. Wie ich selbst sehen konnte, entsprechen diese Quarzitblöcke in ihrem Habitus durchaus dem Quarzkonglomerat, wie es nördlich des Inn weit verbreitet ist. Ebenso ähneln die von Becker diesem Horizont zugeordneten Grimbergkiese dem Quarzrestschotter. Diese Schotter zeigen ebenso wie der Quarzrestschotter kaolinige Verwitterung und Entkalkung. Nördlich des Inn ist das bis zu 50 m mächtige Paket des Quarzrestschotters nahezu völlig kaolinisiert. Quarzkonglomerat ist weit verbreitet. Wenn man aus der starken Verwitterung des Quarzrestschotters auf weitgehende klimatische Veränderungen oder stärkere Expositionen schließen darf, so möchte ich annehmen, daß die Quarzkonglomeratbildung im Hausruck und die kaolinige Verwitterung der Grimbergkiese in der gleichen Zeit vor sich gegangen sind. Das bedeutet, daß zwischen erodiertem Helvetschlier und den altersgleichen Äquivalenten des Quarzrestschotters im Hausruckgebiet und im östlichen Kobernaußer Wald Äquivalente unserer höheren brackischen Schichten fehlen. Wenn man nicht annehmen will, daß dieses Gebiet schon im tieferen Torton Abtragungsbereich war, muß auch hier auf eine stärkere Hebung vor der Schüttung des Quarzrestschotters geschlossen werden.

Noch im Torton legt sich der Quarzrestschotter flächenhaft über die aus einzelnen Teilbereichen geschilderte Schrägfläche, die über Sedimente des Helvet und des Torton

hinweggreift. Ob der Quarzrestschotter in seiner Gesamtheit noch dem Torton zuzuordnen ist oder ob er auch noch in das untere Sarmat hineingreift, kann noch nicht entschieden werden. Neuere Untersuchungen von Dehm (1954, S. 85) sprechen für tortones Alter des gesamten Schotterlagers. Im Bereich von Simbach a. Inn zeigt der Quarzrestschotter große Mächtigkeitsschwankungen (15—50 m); weitreichende Schlüsse lassen sich daraus nicht ziehen.

C. Sarmat

Verstärkte tektonische Bewegungen sind an der großenteils eingekieselten Obergrenze des Quarzrestschotters erkennbar. Im Gebiet der Rott entsteht durch eine leichte Kippung der Quarzrestschotter-Obergrenze nach Nordwesten und durch eine junge Absenkung an einem postulierten, WNW—ESE streichenden Abbruch die Rottschwelle in ihrer endgültigen Gestalt. Eine stärkere Heraushebung im Gebiet von Henhart (Oberösterreich) ist bereits im Gebiet zwischen Simbach und Ering a. Inn angedeutet. Sowohl die Obergrenze der Mehlsande als auch die Obergrenze des Quarzrestschotters steigen nach Südosten zu an. Die Heraushebung läßt sich an der Mehlsand-Obergrenze bis Henhart verfolgen. Wie weit diese Exposition im Gebiet von Simbach—Henhart nach Süden und Südwesten ausstrahlte, kann hier nicht gesagt werden. Für eine weiträumigere, stärkere Heraushebung vor allem im Süden des Arbeitsgebietes spricht die kräftige Abtragung im Bereich der späteren Peracher Rinne, die bis zu den brackischen Schichten hinabreicht.

Die kleine bei Simbach a. Inn durchziehende Störungszone (Abb. 9b) trennt zwei Bereiche unterschiedlichen Einfallens der Mehlsand-Obergrenze. Östlich der Störungen steigt die Grenzfläche nach Südosten an. Westlich davon fällt sie nach Südwesten ein. Am Aussüßungshorizont läßt sich dieses südwestliche Einfallen bis an die Salzach-Mündung und die Gegend von Marktl a. Inn (s. Übersichtskarte Abb. 1) nachweisen. Hier ist also ohne Zweifel eine Abkippung der Schichten nach Südwesten erkennbar. Nach der Abtragung der Schichten über den Schillsanden in diesem Bereich müssen die Schichten in Richtung zur Salzach-Mündung abgekippt sein. Nur so konnte die Tieflage entstehen, die im Sarmat den Südlichen Vollschotter aufnehmen sollte.

Da die ursprüngliche Hochlage im Raum Henhart noch heute erhalten ist, erscheint es wahrscheinlich, daß sich die kleine Simbacher Störungszone als östliche Begrenzung des sarmatischen Senkungsbereiches an der Salzach noch weit in das oberösterreichische Gebiet hinein erstrecken wird. Eine Zunahme des Versetzungsbetrages, der bei Simbach 20 bzw. 10 m beträgt, nach SSE läßt sich vorstellen. Die direkte Verlängerung der Simbacher Brücke nach Süden trifft sich mit der Ostgrenze des schräg an die ältere Schichtfolge angelagerten Munderfinger Schotters, wie sie Blissenbach (1953, Abb. 8 und 13) angibt. Nachdem der Ostrand der Verbreitung des Südlichen Vollschotters auch bei Simbach a. Inn mit dieser Störungszone zusammenfällt, darf angenommen werden, daß nicht nur die Anlage der Peracher Rinne, sondern in diesen Bereichen auch ihr Ostrand tektonisch bestimmt ist. Die Profilserie Tafel 12 zeigt den Ostrand dieser Rinne im Gebiet nördlich Simbach. Wie aus den Profilen hervorgeht, nimmt der Versetzungsbetrag an den Störungen nach NNW zu schnell ab. Verbunden damit ist eine ziemlich rasche Verflachung des Rinnenostrandes.

D. Oberes Sarmat

Der Südliche Vollschotter füllt etwa im Oberen Sarmat die Peracher Rinne zum Teil auf. Sobald die Schüttungsintensität erlahmt (Grimm, 1953) geht der grobe Voll-

schotter in die feinerkörnige Hangendserie über. Bereits in der Übergangszone läßt sich eine Faziesdifferenzierung erkennen. Etwa westlich einer Linie von der Salzach-Mündung nach Perach a. Inn entwickelt sich aus dem Vollschotter innerhalb weniger Meter Mächtigkeit die Stillwasserfazies der Hangendserie: gelbbraune bis rostfarbene Feinsande in rhythmischer Wechsellagerung mit dezimetermächtigen Mergelbänkchen, die meist gelbbraun, örtlich aber auch rostbraun oder graugrün gefärbt sind. Die Abb. 13 zeigt im Profil den Übergang vom Südlichen Vollschotter zur Hangendserie an den Salzachhängen (vgl. Übersichtskarte Abb. 1) bei Burghausen (r. [45] 62940, h. [53] 36900). Der Übergangsbereich mit Kleinschottern und Sanden umfaßt hier etwa 10 m Mächtigkeit.

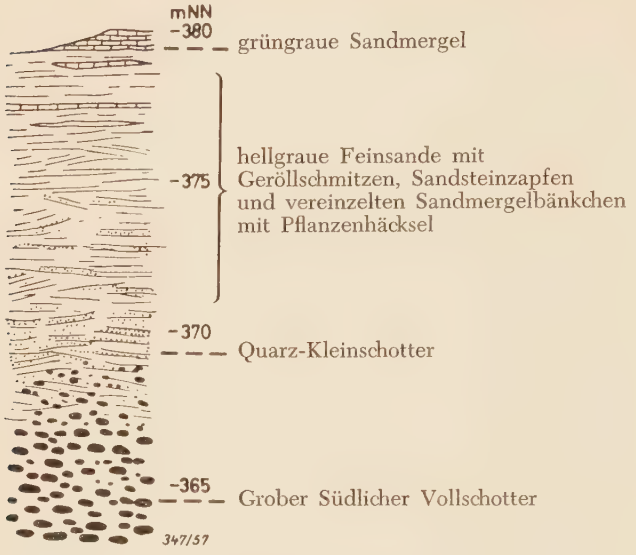


Abb. 13. Der Übergang des Südlichen Vollschotters zur Hangendserie bei Burghausen an der Salzach.

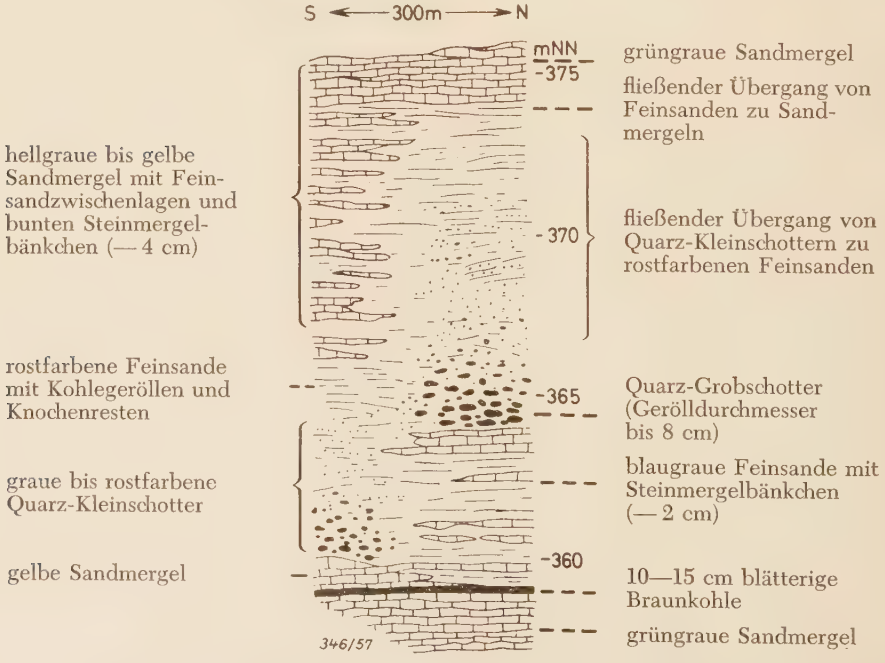


Abb. 14. Die Ausbildung der Hangendserie bei Raitenhaslach an der Salzach.

Von Burghausen nach Süden zu sinkt die Übergangszone mit etwa 3 ‰ Gefälle unter die Talsohle ab. Bei Raitenhaslach (r. 45 59060, h. 53 33040) sind tiefste Sedimente der Hangendserie aufgeschlossen, wie sie in Abb. 14 im Schnitt dargestellt sind.

In ihren tiefsten Teilen führen diese Ablagerungen Braunkohle, die als blätteriger Horizont von 10—15 cm Mächtigkeit wenige Meter über dem Wasserspiegel der Salzach angeschnitten ist. Nach einer freundlichen Bestimmung des Polleninhaltes der Braunkohle durch das Amt für Bodenforschung, Landesstelle Nordrhein-Westfalen (Bearbeiter Herr Dr. Rein), führt diese Braunkohle folgendes Pollenspektrum:

Poll. microalatus R. Pot. *(Pinus hapl.*-Typ)	5 %
Poll. alatus R. Pot. *(Picea)*	1 %
Poll. hiatus R. Pot. *(Taxodium-Glyptostrobus)*	1 %
Poll. dubius R. Pot. & Ven. (Cupressineen-Typ)	35 %
Gramineae-poll. spm.	1 %
Salicoipoll. spm.	1 %
Juglandaceae spm.	15 %
Poll. simplex R. Pot. & Ven. *(Carya)*	1 %
Trivestibulopoll. betuloides Pf.	1 %
Poll. verus R. Pot. (*Almus*-Typ)	12 %
Poll. pseudocruciatus R. Pot. (*Fagus*-Typ)	4 %
Tricolpopoll. asper Pf. & Th. (*Quercus*-Typ)	10 %
Poll. undulosus Wolff *(Ulmaceae)*	13 %
Unbestimmbare Typen	2 %

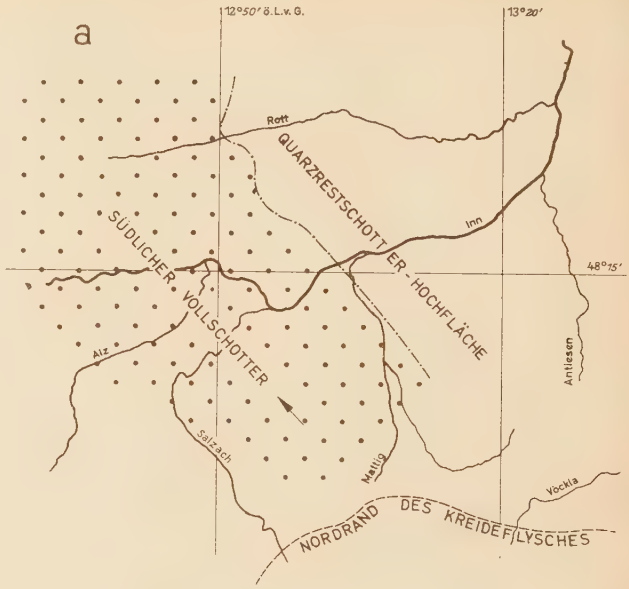
Die Pollenzusammensetzung spricht altersmäßig für den Übergang von Sarmat zu Pont, wobei nach dem bisherigen Stand der Erkenntnisse eher eine Einstufung in das Oberste Sarmat in Frage kommt.

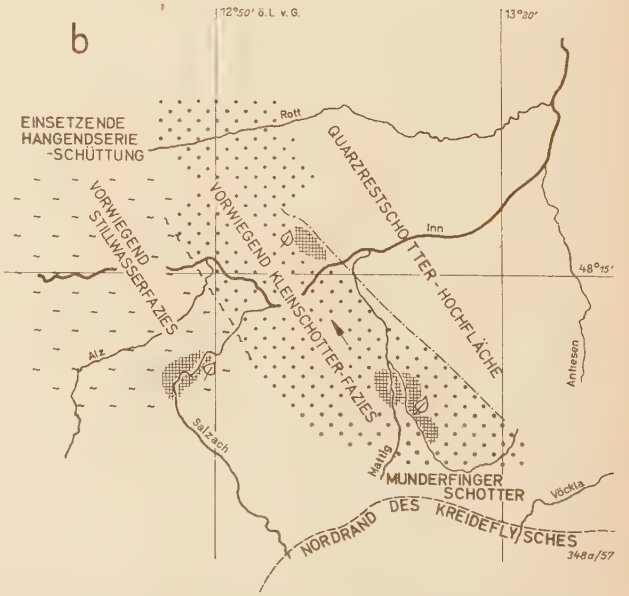
Nach Bestimmungen von B. Meyer (1956) ist die Braunkohle von Scheuersberg bei Simbach (r. 45 73340, h. 53 53240, 470 m NN), die Grimm (frdl. mündl. Mitt.) der Übergangszone Südlicher Vollschotter/Hangendserie zuordnet, nach ihrem Polleninhalt ebenso dem Obersten Sarmat einzugliedern. Auch nach Säugerresten (Grimm, 1953) fällt die Übergangszone etwa in das Oberste Sarmat. Ich habe daher keine Bedenken, die Stillwasserfolge, die über dem Braunkohlehorizont bei Raitenhaslach einsetzt, zeitlich der Hangendserie gleichzustellen. Das in Abb. 12 dargestellte Nord-Süd-Profil zeigt eine pendelnde Schotterschüttung mit randlichen Stillwassersedimenten, die schnell nach oben hin abklingt. Die nach oben hin einsetzenden Sandmergel und Sande in rhythmischer Wechselfolge lassen sich auch am österreichischen Ufer der Salzach verfolgen. Der Braunkohlehorizont dürfte sich in sanftem Anstieg nach N bis in die Gegend von Burghausen hinziehen (Traub, 1953, Abb. 1).

Dieselbe Fazies der Hangendserie, wie sie an der Salzach über einer geringmächtigen Übergangszone einsetzt, findet sich an den Steilhängen des Inntalrandes bei Winhöring (r. 45 46500, h. 53 49000, 400 m NN und r. 45 50150, h. 53 47800, 380 m NN). Ebenso ist diese Stillwasserfazies der Hangendserie am Innufer zwischen Töging und Mühldorf sowie an der Alz bei Hohenwart (r. 45 56550, h. 53 38700, 410 m NN) und im Lohnergraben bei Burgkirchen angeschnitten. Das von Habermehl (1913, S. 64—65, Abb. 2 und 3) erwähnte Vorkommen von Tertiär im Halsbachgraben bei Burgkirchen an der Alz (r. 45 54620, h. 53 36320, 420 m NN) stellte sich bei einer Begehung als pleistozäne Seeablagerung heraus. *Succinea oblonga*, *Helix hispida* und *Pupilla muscorum* beweisen diese Alterseinstufung.

Östlich der Linie von der Salzach-Mündung nach Perach setzt über dem Südlichen Vollschotter Hangendserie in Kleinkiesfazies ein (Grimm, 1953). Diese Kleinkiesfazies läßt

sich verfolgen bis in das engere Arbeitsgebiet um Simbach a. Inn (s. Geol. Karte, Tafel 11). Das bedeutet, daß nach der Ablagerung des Südlichen Vollschotters, dessen Linie stärkster Strömung aller Wahrscheinlichkeit nach über das Gebiet der untersten Salzach von Südosten nach Nordwesten verlief, die Schotterfazies nach Nordosten wandert. Der Strömungsstrich innerhalb der Kleinfazies der Hangendserie wurde schon kurz nach Ende der Vollschotterschüttung in das Gebiet zwischen Salzach-Mündung und dem Ostrand der Peracher Rinne bei Simbach verlagert. In den Skizzen der Abb. 15 habe ich versucht, ein palaeogeographisches Bild der Verhältnisse innerhalb mehrerer Zeitabschnitte festzuhalten.





E. Wende Miozän — Pliozän

Wahrscheinlich an der Wende Miozän — Pliozän greift die Kleinschotterfazies der Hangendserie im Gebiet um Simbach über den Ostrand der Peracher Rinne hinweg und überschüttet das Quarzrestschotter-Areal. Zur selben geologischen Zeit ist im Gebiet des Kobernaußer Waldes (Oberösterreich) ein ähnliches Übergreifen der Schotterfazies nach Osten zu beobachten. Becker (1948, S. 42—45) konnte nachweisen, daß im Kobernaußer Wald zur Zeit der Wende Miozän — Pliozän die Verschotterung nach Osten zu übergreift und sich mit immer jüngeren Horizonten verzahnt. Diese Fazieswanderung gipfelt in der Schüttung der Hausruck-Deckschotter.

Blissenbach (1953, Abb. 12) parallelisiert die schräg an erodierten Helvetschlier angelagerten Munderfinger Schotter mit dem Südlichen Vollschotter. Ein in die Munderfinger Schotter eingelagertes Braunkohlenflöz wurde von B. Meyer (1956) auf Pollen

untersucht. Der Bearbeiter parallelisiert das Munderfinger Flöz mit der Braunkohle von Scheuersberg und ordnet es ebenfalls dem obersten Sarmat zu. Die Deckschotter des Munderfinger Flözes im westlichen Kobernaußer Wald stellt Thenius (1951, S. 56—57) mit Vorbehalt an die Wende Miozän—Pliozän. Das bedeutet, daß die Schotter über dem Munderfinger Flöz altersgleich sind mit den Kleinschottern der Hangendserie, die Grimm (1953) auf Grund von Säugerfunden nach Bestimmung von Dehm der Wende Miozän — Pliozän zuordnet. Befunde der Palaeozoologie und Palaeobotanik (B. Meyer, 1956) stimmen hier also überein.

Abb. 15. Faziesverteilung,
a) im oberen Sarmat, b) im obersten Sarmat
und c) an der Wende Miozän—Pliozän.
(nach Becker, 1950, 1951; Blissenbach, 1953; Grimm, 1953; B. Meyer, 1951, 1956; Thenius, und eigenen Beobachtungen).

Im östlichen Kobernaußer Wald sind die Basisschichten der Kohlentonserie des Hausruck nach Becker (1948, S. 44) nur noch geringmächtig. B. Meyer (1956) bezeichnet die Kohlentonserie als Pliozän. Dieser Befund stimmt insofern mit den Säugerbestimmungen von Thenius (1951, S. 57) überein, als dieser die Kohlentonserie dem Unterpliozän zuordnet. Damit ist gesagt, daß das Munderfinger Flöz zeitlich nicht mit der Kohlentonserie des Hausruck gleichzustellen ist, sondern höheres Alter besitzt. Die Deckschotter des Munderfinger Flözes werden, wie schon gesagt, der Wende Miozän — Pliozän zugeordnet. Im östlichen Kobernaußer Wald, im Raum von Frankenburg, besitzen die Basisschotter der Kohlentonserie nach Thenius wahrscheinlich unterpliozänes Alter. Daraus schließe ich, daß die Schotterfazies vom westlichen Kobernaußer Wald (Wende Miozän — Pliozän) allmählich nach Osten übergreift, wo die Deckschotter des Munderfinger Flözes sich schließlich als Basisschotter der Kohlentonserie über das Schlierrelief lagern.

Nach Becker (1948, S. 43) greift die Schotterlieferung auch in die Kohlentonserie ein und verzahnt sich mit ihr. Im Hausruck selbst geht währenddessen ungestört die Ablagerung der Kohlentonserie vor sich, bis sie schließlich durch die Hausruck-Deckschotter beendet wird.

Aus allem möchte ich den Schluß ziehen: Ebenso wie bei Simbach a. Inn (Braunkohle von Scheuersberg) die Kohlenfazies eine Randfazies der Peracher Rinne darstellt, läßt sich die Kohlentonserie des Hausruck als eine Randfazies der Hangendserieschotter erklären, die allmählich nach Osten übergreifen. Die Verschotterung übersteigt also hier ebenso den Ostrand der Verbreitung des Munderfinger Schotters (Südlichen Vollschotters), wie sie im Bereich von Simbach den Ostrand der Peracher Rinne überschüttet.

Eine klarere Vorstellung dieses Gedankenganges soll die Abb. 15 vermitteln. Ich bin mir bewußt, daß diese Zusammenfassung noch Unsicherheiten in sich birgt. Die Skizze kann daher nur als ein Versuch gelten, die Sedimentationsverhältnisse diesseits und jenseits der Landesgrenze in einen möglichen Zusammenhang zu bringen.

Der Fund von *Mastodon longirostris* Kaup. (Dehm, 1955, S. 82) bei Geratskirchen dürfte darauf hinweisen, daß die Schüttung der Hangendserie bis in das unterste Pont andauerte. Damit habe ich einen indirekten Beweis dafür, daß die heute an der Salzach erkennbare Tieflage noch nicht bestand, als die jüngsten Sedimente der Hangendserie in diesem Bereich abgelagert wurden. Wäre das Gegenteil der Fall, so müßten sich im Bereich der unteren Salzach grobklastische Äquivalente der Hangendserie-Schotter von Simbach und schließlich auch des westlichen Kobernaußer Waldes in der heutigen Salzach-Senke finden.

F. Pliozän

Die Übergangszone Südlicher Vollschotter zu Hangendserie liegt bei Simbach a. Inn um 450 m NN und läßt sich in dieser Höhenlage nach W bis in die Gegend von Perach verfolgen (Grimm, 1953). SSE von Simbach, in der Gegend von Munderfing, ist sie bei etwa 470 m NN (Munderfinger Flöz) zu suchen. Zwischen Burghausen und Raitenhaslach an der Salzach liegt die Übergangszone bei 375 m bzw. 355 m NN. Sie liegt also gegenüber dem vergleichbaren Niveau am Inntalrand bei Marktl, das ist rd. 10 km weiter nördlich, um 75—95 m tiefer.

Bei Neu-Burghausen kann die Übergangszone noch auf 375 m NN festgelegt werden. Rund 7 km NNE davon, an der Salzach-Mündung, findet sich der Aussüßungshorizont bei 350 m NN. Sedimente des Oberen Helvet und der Wende Miozän—Pliozän liegen hier also nebeneinander. Bei Bruckmühl liegt der Südliche Vollschotter auf den Schillsanden bei 360 m NN. Die Vollschotter-Mächtigkeit beträgt dort rd. 80 m. Nehme ich diese Mächtigkeit auch im Salzach-Gebiet an, dann erhalte ich eine Vertikalverlagerung der Übergangszone um rd. 60 m. Daß es sich hier um eine Absenkung an einer Störung handelt, ist durch die Tatsache bewiesen, daß auch im Gebiet der unteren Salzach der Vollschotter von Oncophoraschichten unterlagert wird (Traub, 1953, S. 106).

Am Inntalrand zwischen Perach und Winhöring liegen grober Südlicher Vollschotter (im Osten) und feinkörnige Sande und Mergel (im Westen) nebeneinander. Graul (1937, Abb. 3) und Blissenbach (1953, Abb. 13) nehmen hier eine Verzahnung des Südlichen Vollschotters mit der Hangendserie an. Bei mehreren Begehungen konnte ich keine Hinweise für diese Ansicht finden. 2 km westlich von Perach liegt die Übergangszone Vollschotter—Hangendserie bei 440 m NN. Weitere 2 km westlich davon findet sie sich bei 380 m NN. Ebenso wie im Bereich der Salzach-Mündung ist hier ein Versatz um 60 m festzustellen. Dies berechtigt mich, den Landshuter Abbruch mit einem Versetzungsbetrag von 60 m bis an die Salzach durchzuziehen. Gleichzeitig darf man annehmen, daß im Pliozän im Salzachbereich noch kräftige Absenkungen stattgefunden haben. Dieser Befund steht allerdings im Widerspruch zu Heermann (1954, Fig. 3), der annimmt, daß bereits die Basis des Helvet im Bereich des Landshuter Abbruches ungestört ist.

Kurz zusammengefaßt ergibt sich folgendes:

Im hier besprochenen Ablagerungsraum sind im Ober-Helvet noch keinerlei Teilsenken erkennbar. Durch eine Hebung im Bereich der Rott und im Gebiet von Henhart (Oberösterreich) schälen sich während des Sarmat zwei flache Teilsenken heraus: die eine im Gebiet der unteren Salzach, die andere zwischen Rott und dem Südrand der Böhmischen Masse. Erste Anzeichen dieser Aufgliederung sind schon im Torton erkennbar. Senkungsbewegungen im Gebiet der unteren Salzach, die schon im Sarmat an der Ausbildung der Peracher Rinne beteiligt waren, werden im Pliozän fortgesetzt. Dabei kommt es zu Absenkungen um 60 bis 100 m.

Die Bruchtektonik zeigt hinsichtlich ihrer Richtungen einen weit nach Süden reichenden Einfluß moldanubischer Tektonik im Becken an. Die Palaeogeographie ist weitgehend von tektonischen Bewegungen abhängig.

VII. Zusammenfassung

1. Das Positionsblatt Simbach a. Inn, der Ostteil des Positionsblattes Julbach und angrenzende Streifen der Positionsblätter Triftern 624, Kößlarn 625 und Ering 654 wurden kartiert. Die Schichtfolge umfaßt Sedimente der Oberen Meeresmolasse, der Süßbrackwassermolasse und der Oberen Süßwassermolasse. Zeitlich reicht das Profil von mittlerem Helvet bis zum tiefsten Pont.

2. Die Sedimente der Oberen Meeresmolasse bestehen überwiegend aus Blättermergeln und untergeordnet aus Glaukonitsanden. Beide Ausbildungen können nicht gegeneinander abgegrenzt werden, da verschiedenartigste Übergänge sie in der Horizontalen und in der Vertikalen verbinden. Zumindest teilweise sind die marinen Ablagerungen des Untersuchungsgebietes als beckentiefere Äquivalente der Brombacher Sande (Zöbelein, 1940) zu betrachten, die dem mittleren Helvet angehören.

3. Die Süßbrackwassermolasse ist im Gebiet von Simbach a. Inn nahezu lückenlos aufgeschlossen. Die von Wittmann (1955) aufgestellte Gliederung läßt sich auf alle Teile des Kartierungsgebietes anwenden. Während bei den marinen Bildungen noch deutliche laterale Veränderungen festzustellen sind, überdeckt die Süßbrackwassermolasse die Obere Meeresmolasse mit weithin gleichartig ausgebildeten Einheiten. Das in den marinen Sedimenten noch erkennbare Wechselspiel von ganz ungeordneten Strömungen im kleinsten Bereich verschwindet in den Mehlsanden. Im Detailgefüge weisen diese auf ein schlickartiges Ausgangssediment hin, das in nahezu strömungsfreiem Medium abgelagert wurde.

   Die Glimmersande führen innerhalb des engeren Untersuchungsgebietes bei Petenau 2,5 m Grobschotter alpiner Herkunft. Diese Pettenauer Schotter gehören zu einer Schotterzunge, die sich vom Südosten oder Osten in das äußerst flache Becken vorschiebt und mit den obersten Glimmersanden abgelagert wird. In der näheren Umgebung von Pettenau stammen von diesem Schotterlager jene Gerölleinstreuungen in den oberen Glimmersanden, die Wittmann (1955) im ganzen Gebiet zwischen Inn und Vils nachweisen konnte. Erstmals treten also im Laufe der Aussüßung des Helvetmeeres in den Glimmersanden von der Küste her weithin in das Becken hinein wirksame und gerichtete Strömungen auf. Diese ersten Ansätze terrestrischer Sedimentation gehen soweit, daß es zur Ausbildung eines Aussüßungshorizontes kommt, der sich bereits durch echte Bodenbildungen auszeichnet.

   Mit seiner Ablagerung findet die terrestrische Fazies wieder ein vorläufiges Ende, denn eine erneute schwache Überflutung führt zur Bildung der Schillsande. Sie leiten ohne scharfe Grenze zu den Limnischen Süßwasserschichten über. Schillsande und Süßwasserschichten wurden in sehr seichtem Wasser abgelagert, dem stärkere Strömungen fehlten. In den Süßwasserschichten finden sich erneut mehrfach Hinweise für echte Bodenbildungen in Form schmaler humoser Horizonte.

4. Die Obere Süßwassermolasse ist im Untersuchungsgebiet mit Quarzrestschotter, Südlichem Vollschotter und Hangendserie vertreten. In der näheren

Umgebung von Simbach a. Inn besitzt der kaolinisierte Quarzrestschotter mit 50 m die größte Mächtigkeit in seinem ganzen Verbreitungsgebiet. Aus den örtlich auftretenden starken Mächtigkeitsschwankungen dürfen keine weitreichenden Schlüsse tektonischer oder palaeogeographischer Art gezogen werden.

Der Ostrand der nach Ablagerung des Quarzrestschotters bis auf die brackischen Schichten eingetieften Peracher Rinne (Blissenbach, 1953; Grimm, 1953) konnte im Bereich des engeren Untersuchungsgebietes kartiert werden. Er fällt bei Simbach a. Inn mit kleineren NNW—SSE-Störungen zusammen, deren Versetzungsbetrag nach NNW schnell abnimmt. Mit der Abnahme der Sprunghöhe nach NNW wird die Eintiefung der Rinne geringer und ihr Rand verflacht. Im Untersuchungsgebiet und wahrscheinlich auch in Oberösterreich ist der Ostrand der Peracher Rinne tektonisch bestimmt.

Im Ober-Sarmat füllt der Südliche Vollschotter die Peracher Rinne zum Teil auf; er läßt sich nach Süden gegen sein Herkunftsgebiet zu bis nach Burghausen an der Salzach verfolgen, wo er unter die Talsohle der Salzach abtaucht. Die aus dem Südlichen Vollschotter durch Kornverkleinerung hervorgehende Hangendserie kommt in zwei Ausbildungen vor: als Kleinschotterschüttung und als Sand-Mergelfolge. Die Stillwasserfazies (Sand-Mergelfolge) breitet sich am unteren Inn vor allem westlich der Linie von Burghausen nach Perach a. Inn aus; östlich davon überwiegt die Kleinschotterfazies. Diese Schotter greifen bei Simbach a. Inn um die Wende Miozän—Pliozän über den Ostrand der Peracher Rinne hinweg und überfluten die Quarzrestschotter-Hochfläche. Dabei kommt es schließlich auch im Bereich des Kleinschotter-Areals zur fleckenweisen Ausbildung von Stillwassersedimenten.

5. Die Äußerungen posthelvetischer Tektonik wurden vor allem im Kartierungsgebiet genauer erfaßt: es kommt nicht zu Verfaltungen oder Verbiegungen der Schichten, sondern zu Bruchbildungen und geringfügigen Schollenverkippungen. Die Aufschlußtektonik zeigt im Kartierungsgebiet Zerrungsformen, wie sie im ganzen Gebiet zwischen Inn und Vils in einzelnen Aufschlüssen immer wieder auftreten. Die in der Kleintektonik erscheinenden Richtungen stimmen im wesentlichen mit den Streichrichtungen größerer Strukturelemente überein. Die in der Aufschlußtektonik erkennbare Tendenz einer horizontalen Ausweitung ist auch aus der Großtektonik unseres Gebietes bekanntgeworden (Heermann, 1954). Nach dieser Übereinstimmung kann man wohl den ganzen Raum zwischen Inn und Vils als ein Gebiet reiner tektonischer Zerrung betrachten. Dabei ist anzunehmen, daß die jungen Verstellungen an posthume Bewegungen größerer Strukturelemente gebunden sind.

Zeitlich verteilen sich die posthelvetischen Bewegungen auf etwa mittleres Sarmat und auf Pliozän. Die sarmatischen Bewegungen äußern sich vor allem in einer flachen Nordwestkippung der Schichten, der eine schwache Absenkung im Gebiet der Salzachmündung folgt. Daraus ergibt sich eine Aufgliederung des vorher mehr oder weniger einheitlichen Beckens in zwei Teilbereiche: in ein nördliches Teilbecken zwischen Massivrand und dem Rottal und in ein südliches im Gebiet der untersten Salzach. Im Pliozän erfolgt eine weitere kräftige Senkung im Bereich um Burghausen an der Salzach. Die nördliche Begrenzung dieser jüngsten Senkungszone ist am Landshuter Abbruch zu suchen.

Schrifttum

Ammon, L. v.: Die Fauna der brackischen Tertiär-Schichten in Niederbayern. — Geogn. Jh., **1**, Kassel 1887.

Andree, K.: Das bayerische Tertiärbecken zum erstenmal durchbohrt. — Öl und Kohle. **13**, Berlin 1937.

Batsche, H.: Geologische Untersuchungen in der Oberen Süßwassermolasse Ostniederbayerns (Blatt Landau, Eichendorf, Simbach, Arnstorf der Topogr. Karte 1:25 000). — Diss. Univ. München 1957 und ds. Beih.

Becker, H.: Bericht (1947) über geologische Untersuchungen im westlichen Hausruck und im östlichen Kobernaußer Wald (Blatt Ried-Vöcklabruck). — Verh. Geol. Bundesanst., (1948) H. 1—3, Wien 1950.

— : Bericht (1949) zur Geologie des westlichen Hausruck im Raume nördlich Frankenburg. — Verh. Geol. Bundesanst. (1950/51) H. 1, Wien 1951.

Blissenbach, E.: Die jungtertiäre Grobschotterschüttung im Osten des bayerischen Molassetroges. — Diss. Univ. München 1953 und ds. Beih.

Bürgl, H.: Zur Stratigraphie und Tektonik des Oberösterreichischen Schliers. — Verh. Geol. Bundesanst., Nr. 10—12, Wien 1946.

Cloos, H.: Über antithetische Bewegungen. — Geol. Rdschr., **19**, Berlin 1928.

Dehm, R.: Die Säugetier-Faunen in der Oberen Süßwassermolasse und ihre Bedeutung für die Gliederung. — Erl. z. Geol. Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse 1:300 000; Bayer. Geol. Landesamt, München 1955.

Füchtbauer, H.: Transport und Sedimentation der westlichen Alpenvorlandsmolasse. — Heidelberger Beiträge Mineral. u. Petrogr., **4**, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1954/55.

Goerlich, F.: Ostrakoden der Cytherideinae aus der Tertiären Molasse Bayerns. — Senckenbergiana, **34**, Nr. 1/3, Frankfurt/Main 1953.

Graul, H.: Untersuchungen über Abtragung und Aufschüttung im Gebiet des unteren Inn und des Hausruck. — Mitt. Geogr. Ges. München, **30**, München 1937.

— & Wieseneder, H.: Schotteranalytische Untersuchungen im oberdeutschen Tertiärhügelland. — Abh. Bayer. Akad. Wiss. math.-phys. Kl. **46**, München 1939.

Grill, R., & Waldmann, L.: Zur Kenntnis des Untergrundes der Molasse in Österreich. — Jb. Geol. Bundesanst. Festband, **94**, 1. Teil, Wien 1950.

Grimm, D.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen in der Oberen Süßwassermolasse zwischen Rott und Inn. — Diss. Univ. München 1953 und ds. Beih.

Gümbel, C. W. v.: Die miocänen Ablagerungen im oberen Donaugebiete und die Stellung des Schliers von Ottnang. — S.-B. k. b. Akad. Wiss., math.-phys. Cl., H. II, München 1887.

Gundlach, K., & Teichmüller, R.: Die postmiozäne Verbiegung der nordalpinen Saumtiefe. — Festschrift 60. Geburtstag H. Stille, Stuttgart (Enke-Verl.) 1936.

Habermehl, E.: Beitrag zur Kenntnis der geologischen Verhältnisse des Alz- und Salzachgebietes. — Diss. TH. München 1913.

Heermann, O.: Erdölgeologische Grundlagen der Aufschlußarbeiten im ostbayrischen Molassebecken. — Bull. Ver. Schweizer. Petrol. — Geol. u. Ing., **21**, Nr. 60, Riehen/Basel 1954.

Kinzl, H.: Über die Verbreitung der Quarzitkonglomerate im westlichen Oberösterreich und im angrenzenden Bayern. — Jb. Geol. Bundesanst., Wien, **77**, Wien 1927.

Kraus, E.: Geologie des Gebietes zwischen Ortenburg und Vilshofen in Niederbayern an der Donau. — Geogn. Jh., **28** (1915), München 1916.

— : Baugeschichte und Erdölfrage im Tertiär Niederbayerns. — Abh. Geol. Landesunters. bay. Oberbergamt, Heft 31/32, München 1938.

Lemcke, K., Engelhardt, W. v., & Füchtbauer, H.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Westteil der ungefalteten Molasse. — Geol. Jb., Beih. 11, Hannover 1953.

Lotze, F.: Über Zerrungsformen. — Geol. Rdschr., **22**, H. 6, Berlin 1931.

Meyer, B.: Mikrofloristische Untersuchungen an jungtertiären Braunkohlenbildungen im östlichen Bayern. — Geol. Bavarica, **25**, München 1956.

Münichsdorfer, F.: Die Gas- und Schwefelbrunnen im bayerischen Unterinngebiet. — Geogn. Jh., **24** (1911), München 1911.

Neumaier, F., & Wieseneder, H.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayrischen Tertiär. — S.-B. Bayer. Akad. Wiss., math.-nat. Abt., München 1939.

Poser, H., & Müller, T.: Studien an den asymmetrischen Tälern des Niederbayerischen Hügellandes. — Nachr. Akad. Wiss., math.-phys. Kl., biol.-physiol.-chem. Abt., Göttingen 1951.

Reis, O. M.: Einzelheiten über Gesteinsarten, Schichtung und Aufbau des Niederbayrischen Tertiärs rechts der Isar. — Geogn. Jh., **31/32** (1918/19), München 1920.

Richter, R.: Flachseebeobachtungen zur Paläontologie und Geologie III—IV. — Senckenbergiana, **4**, H. 5, Frankfurt/Main 1922.

— : Die Einkippungsregel. — Senckenbergiana, **25**, Frankfurt/Main 1942.

Schulz, H.: Morphologie und randliche Bedeckung des Bayerischen Waldes in ihren Beziehungen zum Vorland. — Neues Jb. Mineral. usw., B.-Bd. **54**, B, Stuttgart 1926.

Stadler, J.: Geologie der Umgebung von Passau. — Geogn. Jh. **38** (1925), München 1925.

Stiefel, J.: Ein Beitrag zur Gliederung der Oberen Süßwassermolasse in Niederbayern. — Diss. Univ. München 1953 und ds. Beih.

Thenius, E.: Über die Sichtung und Bearbeitung der jungtertiären Säugetierreste aus dem Hausruck und Kobernaußer Wald (Oberösterreich) (Bericht 1950). — Verh. Geol. Bundesanst., (1950/51) H. 2, Wien 1951.

Traub, F.: Quartärgeologische Beobachtungen zwischen Alz und Salzach. — Geol. Bavarica, **19**, München 1953.

Wittmann, D.: Gliederung und Verbreitung der Süßbrackwassermolasse in Ost-Niederbayern. — Diss. Univ. München 1955 und ds. Beih.

Wolf, W.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär (Bl. Aidenbach, Bl. Ortenburg, Bl. Fürstenzell/Westhälfte). — Diss. Univ. München 1956.

Wurm, A.: Beiträge zur Kenntnis der nordalpinen Saumtiefe zwischen unterem Inn und unterer Isar. — Neues Jb. Mineral. usw., B.-Bd. **78**, B, Stuttgart 1937.

Zöbelein, H. K.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär (Bl. Pfarrkirchen). — Neues Jb. Mineral. usw., B.-Bd. **84**, B, Stuttgart 1940.

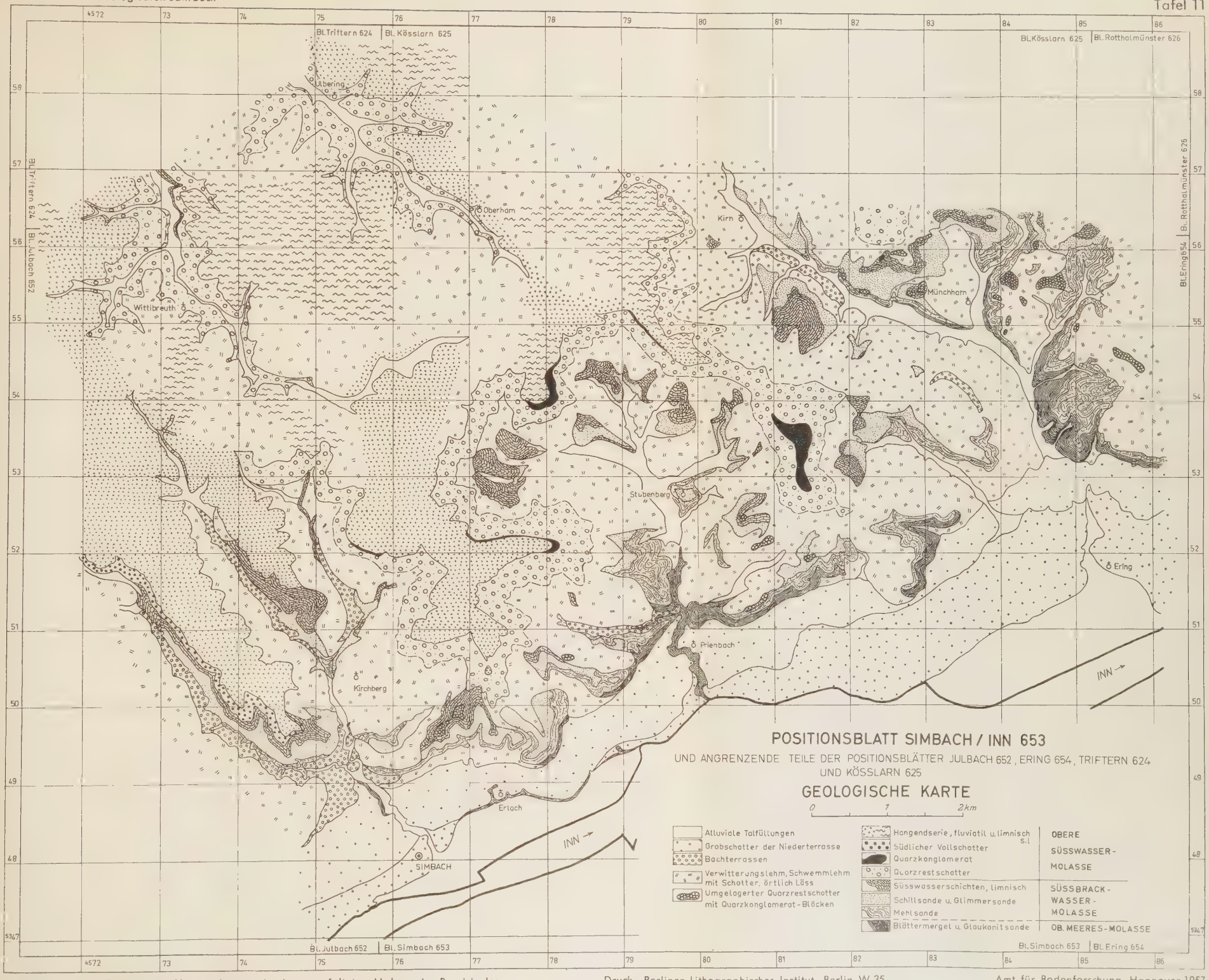
LEBENSLAUF

Am 9. Oktober 1929 wurde ich, M a r k u s M a y r , in Schöffelding bei Landsberg am Lech geboren als Sohn des Maschinenbauers Markus Mayr und dessen Frau Elisabeth, geb. Stanner.

Von 1936 bis 1941 besuchte ich die Volksschule in Schongau/Lech. Nach Übertritt in die Oberschule für Jungen in Weilheim legte ich dort 1950 die Reifeprüfung ab.

Mein nachfolgendes Studium der Fachrichtung Geologie beendigte ich mit Vorlage dieser Dissertation und der mündlichen Prüfung im Juli 1957.

München, August 1957



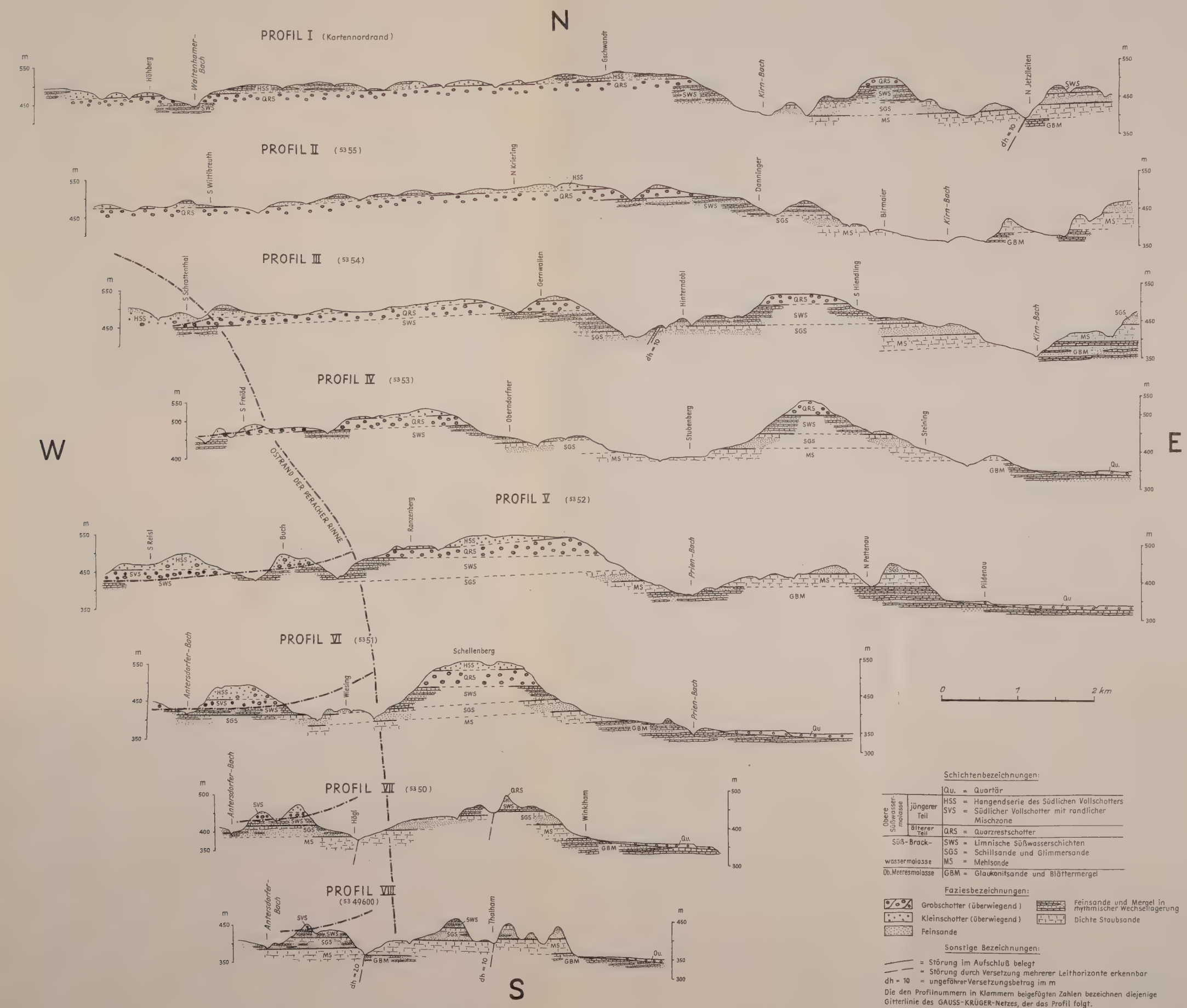
Markus Mayr: Geologische Untersuchungen in der ungefalteten Molasse im Bereich des unteren Inn (Positionsblätter Simbach a. Inn 653 und Julbach 652/Ostteil)

Druck: Berliner Lithographisches Institut, Berlin W 35

Amt für Bodenforschung, Hannover 1957

DIE TERTIÄR-SCHICHTFOLGE AM OSTRAND DER PERACHER RINNE

DARGESTELLT IN EINER PROFILSERIE AUS DEM GEBIET DER MESSTISCHBLÄTTER JULBACH 652, SIMBACH/INN 653 UND ERING 654



Schichtenbezeichnungen:

		Qu.	= Quartär
Obere Süßwassermolasse	jüngerer Teil	HSS	= Hangendserie des Südlichen Vollschotters
		SVS	= Südlicher Vollschotter mit randlicher Mischzone
	älterer Teil	QRS	= Quarzrestschotter
Süß-Brack-wassermolasse		SWS	= Limnische Süßwasserschichten
		SGS	= Schillsande und Glimmersande
		MS	= Mehlsande
Ob. Meeresmolasse		GBM	= Glaukonitsande und Blättermergel

Faziesbezeichnungen:

- Grobschotter (überwiegend)
- Kleinschotter (überwiegend)
- Feinsande
- Feinsande und Mergel in rhythmischer Wechsellagerung
- Dichte Staubsande

Sonstige Bezeichnungen:

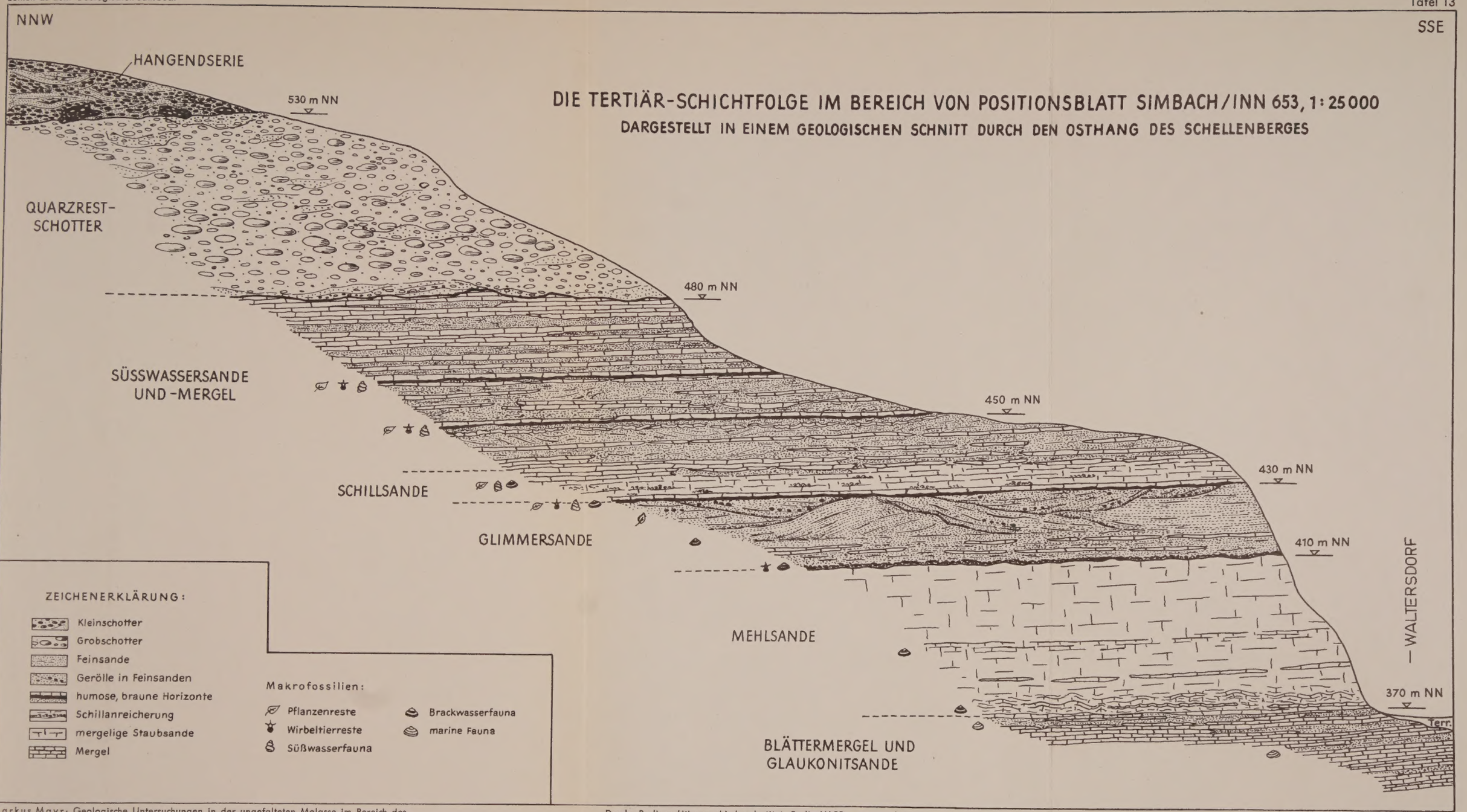
- = Störung im Aufschluß belegt
- = Störung durch Versetzung mehrerer Leithorizonte erkennbar
- dh = 10 = ungefährer Versetzungsbetrag im m

Die den Profilnummern in Klammern beigefügten Zahlen bezeichnen diejenige Gitterlinie des GAUSS-KRÜGER-Netzes, der das Profil folgt.

Markus Mayr: Geologische Untersuchungen in der ungefalteten Molasse im Bereich des unteren Inn (Positionsblätter Simbach a. Inn 653 und Julbach 652/Ostteil)

Druck: Berliner Lithographisches Institut, Berlin W 35

Amt für Bodenforschung, Hannover 1957



DIE TERTIÄR-SCHICHTFOLGE IM BEREICH VON POSITIONSBLATT SIMBACH/INN 653, 1:25000

DARGESTELLT IN EINEM GEOLOGISCHEN SCHNITT DURCH DEN OSTHANG DES SCHELLENBERGES

Markus Mayr: Geologische Untersuchungen in der ungefalteten Molasse im Bereich des unteren Inn (Positionsblätter Simbach a. Inn 653 und Julbach 652/Ostteil)

Druck: Berliner Lithographisches Institut, Berlin W 35

Amt für Bodenforschung, Hannover 1957